Astr. U. 65 ^{a}

Germar

(Tafeln. 67 ^{b} in 4°)

Sechs Tafeln

zur

Erleichterung der Himmelskunde

für die Liebhaber derſelben.

Entworfen und erläutert

von

F. H. Germar,

Doctor der Theol. und Hofprediger, Ritter v. Dannebr.

Leipzig,

Leopold Voß.

1846.

181. D

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Jhro Hochfürſtl. Durchlauchten,

den Prinzeſſinnen

Louiſe Auguſte

und

Carolina Amalia

zu Schleswig-Holſtein-Sonderburg-
Auguſtenburg

gewidmet vom

Verfaſſer.

Vorwort.

Veranlaſſung und Zweck.

Nicht leicht dürfte die Zueignung einer Schrift mehr gerechtfertigt erſcheinen, als die vorſtehende, da die in derſelben genannten Prinzeſſinnen die unmittelbare Urſache und Veranlaſſerinnen derſelben geweſen ſind. Schon ſeit mehreren Jahren äußerten dieſelben nämlich wiederholt und lebhaft den Wunſch, den kurzen Abriß der Sternkunde, den ſie ſchon in ihrer früheren Jugend mit großem Intereſſe aufgenommen hatten, auf eine gründlichere und umfaſſendere Weiſe vervollſtändigt zu ſehen. Doch ſuchte ich jahrelang auszuweichen, weil mich die Schwierigkeiten ſchreckten. Denn ich ſah ein, daß eine bloße Mittheilung der Reſultate, ohne eine einigermaßen überzeugende Entwickelung der Gründe, aus denen ſie hervorgehen, weder ihnen noch mir genügen könne; daß aber die mathematiſchen Vorkenntniſſe, welche zu einer ſolchen Entwickelung kaum entbehrlich ſcheinen, in dem Grade, wie ſie ſogar bei den populären Darſtellungen der Aſtronomie vorausgeſetzt zu werden pflegen, von Damen nicht ohne große Unbilligkeit zu verlangen wären. Zuletzt glaubte ich jedoch eine Möglichkeit zu finden, wie durch eine Menge von Randzeichnungen in der Manier von Pouillet's und Müller's Lehrbuch der Phyſik, und durch Zurückführung der unentbehrlichſten Berechnungen auf die gewöhnlichen Rechnungsarten (mit Einſchluß der Decimalbrüche, die nicht entbehrt werden können, und einiger wenigen einfachen geometriſchen Sätze),

die aſtronomiſchen Verhältniſſe des Sonnenſyſtems und des Fixſternhimmels ſo weit anſchaulich gemacht werden könnten, daß das erreicht werde, was ich mir im vorliegenden Falle als Zweck dachte, nämlich eine möglichſt befriedigende Einſicht in die Möglichkeit und Richtigkeit der von der Wiſſenſchaft aufgefundenen Reſultate.

So begann ich denn nach erneuerter Anforderung am Ende des Jahres **1843** ein durch ſolche Zeichnungen und einfache Berechnungen erläutertes Heft auszuarbeiten; und bei dem Erfolge, den ich davon wahrzunehmen glaubte, hätte ich leicht der Meinung Raum geben können, daß eine Veröffentlichung dieſes Hefts auch Andern, denen es an Vertrautheit mit den aſtronomiſchen Rechnungsweiſen fehlt, beſonders aber denjenigen Damen, denen die Sternkunde lieb geworden iſt, nicht unerwünſcht ſein werde, wenn ich nicht bemerkt hätte, daß gerade die neueſte Zeit reich an ſchätzbaren populären Darſtellungen der Aſtronomie geweſen iſt. Zwar ſind dieſe nicht ganz nach der Methode bearbeitet, welche mir für meinen Zweck die angemeſſenſte und als ſolche durch die Erfahrung beſtätigt ſchien. Aber die Menge der einzudruckenden Zeichnungen würde ſowohl für die wiederholte Ausführung als für die Veröffentlichung ſo bedeutende Schwierigkeiten verurſachen, daß ich, zumal in meinem Alter, ein ſolches Unternehmen lieber Andern überlaſſe, und mich hier auf denjenigen Theil jener Zeichnungen beſchränke, der mir der nützlichſte zu ſein ſcheint, und beim Gebrauche jedes andern Lehrbuchs der Aſtronomie wie bei jeder Methode ihres Vortrags gleichen Vortheil gewähren dürfte.

Als nämlich im Sommer **1844** die hellen Nächte, welche hier unter **55°** N. Br. faſt **11** Wochen lang dauern, alle Wahrnehmung der Sternbilder hinderten, und mit dem Auguſtmonat die Zeit bevorſtand, welche wegen der noch fortdauernden milden Abende die Beobachtung des Himmels Jedem, vorzüglich aber den Damen, ſehr erleichtert, hätte ich gern dem Wunſche der Prinzeſſinnen genügt, nach der Bekanntſchaft mit den wichtigſten Verhältniſſen unſers Sonnenſyſtems, durch meine perſönliche und mündliche Anleitung auch am Fixſternhimmel orientirt zu werden. Dazu war aber theils wegen einer Reiſe, die ich ſelbſt zu machen hatte, theils wegen der Abweſenheit der Prinzeſſinnen in mehreren der nächſten

Monate keine Ausſicht. Daher ſah ich mich nach Hülfsmitteln um, welche meine Stelle vertreten könnten. Aber die mir bekannten ſchienen mir zu dieſem Zwecke wenig geeignet, und dieſe Meinung finde ich von Hrn. Prof. Mädler in ſeiner vortrefflichen populären Aſtronomie, Berl. 1841, die ich, ſeitdem ich ſie kennen lernte, vielfach benutzt habe, vollkommen beſtätigt. Er ſagt nämlich S. 16:

„Indeß haben ſowohl Globen als Karten die unvermeidliche Unbequemlichkeit, daß ihr Gebrauch Nachts im Freien eine künſtliche Beleuchtung erfordert; und dies erſchwert ihre unmittelbare Vergleichung mit dem Himmel. Ueberdies enthalten“ (und dieſes ſcheint mir die Hauptſache, weil die zuerſt angegebene Schwierigkeit auch im Freien ſich wohl beſeitigen laſſen möchte) „die Karten nie das Ganze, und Globen ſtellen es verkehrt dar. Das beſte Mittel, den Fixſternhimmel kennen zu lernen, bleibt daher immer die unmittelbare Anleitung eines Sternkundigen.“

Dieſes allerdings beſte Mittel war aber hier nicht anwendbar und dürfte es auch überhaupt nur für Wenige ſein. Denn der Sternkundigen giebt es nicht ſo viele, daß ſie an jedem Orte zu finden wären, wo die Liebhaber der herrlichen Geiſt und Herz erhebenden Wiſſenſchaft ſie gern benutzen möchten. Sind ſie aber auch vorhanden, ſo erlauben ihre Geſchäfte und Verhältniſſe ihnen nicht immer, Jedem zu helfen, der ſich zu unterrichten wünſcht, zumal da die Sache, beſonders in höheren Breiten, große Schwierigkeiten hat, weil der günſtigen Zeiten nicht gar viele ſind. Zuerſt fällt nämlich die ganze Zeit der hellen Nächte weg, weil in ihr, wenigſtens in bequemen Abendſtunden, entweder gar keine oder doch ſo wenige Sterne ſichtbar ſind, daß die einzelnen Sternbilder ſich ſehr ſchwer erkennen und unterſcheiden laſſen. Dann verurſacht der helle Mondſchein in einem großen Theile der übrigen Zeit ein ähnliches Hinderniß. Von dem Reſte wird oft eine lange Reihe von Abenden durch bedeckte Luft unbrauchbar gemacht, und nicht ſelten iſt der günſtigſte Anſchein während der Zeit, da die Hülfe herbeigeſchafft wird, wenn ſie ſich nicht in der unmittelbarſten Nähe befindet, durch unterdeß heraufgezogene Wolken ſchon wieder ſo vereitelt, daß alle bereits verwendete Mühe vergeblich wird, und leicht

Ermüdung von beiden Seiten entſteht. Am ſchlimmſten aber ſind diejenigen davon, welche einſam auf dem Lande wohnen, und daher wegen der eben erwähnten Schwierigkeiten auf die perſönliche Hülfe von Sternkundigen gar nicht rechnen dürfen. Wenn es aber auch gelingt, ſich ein oder das andre Mal eine ſolche Hülfe zu verſchaffen, ſo iſt damit dem Bedürfniſſe nicht abgeholfen. Nur ein Theil der Geſtirne wird in einigen Abendſtunden ſichtbar, und nur von einem kleinen Theile derſelben wird Name, Geſtalt und Stellung ſich in der Kürze ſo dem Gedächtniſſe einprägen, daß ſie ſpäter wieder erkannt werden können, zumal da ihre Stelle am Himmelsgewölbe und die Lage ihrer Figur ſich nach einiger Zeit ſo ſehr verändert, daß ſchon eine ziemlich genaue Bekanntſchaft erforderlich iſt, ſie nach dieſen Veränderungen wieder zu erkennen.

Daher ſind Hülfsmittel, welche dem Liebhaber der Aſtrognoſie in jedem günſtigen Augenblicke zu Gebote ſtehen, um ſich bei ihnen Rath zu erholen, auch denjenigen unentbehrlich, denen eine perſönliche Anleitung nicht ganz fehlt; die bei weitem größere Zahl derſelben aber wird auf jene Hülfsmittel allein beſchränkt ſein. Doch die Schwierigkeit ihrer Anwendung iſt ſo groß, und die Beſeitigung derſelben erfordert eine ſolche Anſtrengung und Beharrlichkeit, daß man ſich nicht wundern darf, wenn Unzählige, denen es keineswegs an Intereſſe für die Sternkunde fehlt, abgeſchreckt werden, und die Hoffnung aufgeben, ſich einigermaßen am Himmel orientiren zu können.

Weil nämlich die Himmels-Globen auf der äußern Fläche ihrer Kugel dasjenige darſtellen müſſen, was das Auge auf der innern Fläche der Hohlkugel des ſcheinbaren Himmelsgewölbes ſieht, ſo können ſie die Sternbilder nicht anders als umgekehrt darſtellen, ſo daß die Theile der Sternbilder, welche der Beobachter links erblickt, dort rechts ſtehen, folglich das Bild erſt in einem Spiegel umgekehrt werden muß, wenn es der Natur entſprechen ſoll. Dieſem Uebelſtande wird zwar abgeholfen, wenn man die Darſtellung auf der innern Fläche einer Hohlkugel anbringt. Solche müſſen aber nothwendig in zwei Hälften getheilt ſein, um ſichtbar zu werden, und da der Schnitt durch den Himmelsäquator geführt zu werden pflegt, ſo macht die Verbindung der vielen in der Nähe

deſſelben ſtehenden wichtigen Sternbilder, welche ihre Theile auf beiden Seiten des Schnittes haben, ſo wie deren Stellung gegen den Horizont dem Anfänger große Schwierigkeit, und dabei gehen viele Vortheile verloren, welche die erſte Art der Himmelsgloben in andern Rückſichten gewähren. Ueberdies iſt die Fabrication aller Globen ſo mühſam und mißlich, daß ſie in derjenigen Größe, welche für Aſtrognoſie einigermaßen brauchbar iſt, nicht leicht unter 10 bis 12 Rthlr. zu haben ſind.

Aber auch die gewöhnlichen Sternkarten haben für den Gebrauch große Unbequemlichkeiten. Sie ſind faſt durchgehends ſtereographiſche Polar-Projectionen, indem die nördliche und ſüdliche Hälfte der Himmels-Hohlkugel entweder neben einander oder auf zwei verſchiedenen Blättern dargeſtellt ſind, folglich der Himmelsäquator die Grenze beider ausmacht. Da nun dieſer beiden gemeinſchaftlich iſt, das Auge des Beobachters aber in der Mitte der Hohlkugel gedacht werden muß, ſo iſt es unvermeidlich, daß die Grade des Aequators auf der nördlichen Hemiſphäre, wo der Nord-Pol über dem Auge iſt, links, auf der ſüdlichen dagegen, wo das Auge den Süd-Pol über ſich hat, rechts auf einander folgen. Daher ſtehen alle Sternbilder ſüdlich vom Aequator in umgekehrter Stellung gegen die nördlichen, und ſogar die einzelnen Theile derjenigen Sternbilder, welche vom Aequator durchſchnitten werden, welches die Verbindung derſelben faſt unmöglich macht. Dazu kommt, daß bei dieſer Art der Projection die Sternbilder in der Nähe des Pols faſt auf den vierten Theil des Raumes zuſammengedrängt werden, den ſie in der Nähe des Aequators einnehmen, wodurch das Augenmaß für die Verhältniſſe des Abſtands in der Natur ſehr benachtheiligt wird. Zwar ſucht man den erſten und größeſten dieſer Uebelſtände auf verſchiedene Weiſe zu beſeitigen. Einige haben unterhalb der Hemiſphären die Aequatorialzone des Himmels bis zu 30 und 40° auf beiden Seiten des Aequators nach Mercator's Projection mit wachſenden Breitengraden hinzugefügt und zugleich die Monatstage angedeutet, in denen die Sterne um Mitternacht durch den Ortsmeridian gehen; auch finde ich darin für dieſe Zone die zweckmäßigſte Aushülfe. Da ſie ſich aber nicht gut auf höhere Breiten ausdehnen läßt, ſo

bleibt der Anſchluß an die nördliche Polarzone noch immer ſchwierig und an die umgekehrte ſüdliche für den Anfänger faſt unmöglich. Andere dehnen die Polarprojection bis über den ſüdlichen Theil der Ekliptik, etwa bis zum dreißigſten Grade ſüdlicher Declination aus, werden aber dadurch genöthigt, das Mißverhältniß des Raums für die darin liegenden Geſtirne gegen die der Polargegenden außerordentlich zu vergrößern, und für die, welche auf die Kenntniß der ſüdlicheren Geſtirne nicht ganz verzichten wollen, wird die Schwierigkeit des Anſchluſſes nur um ſo ärger.

Daher glaubte ich den Prinzeſſinnen den Gebrauch dieſer Hülfsmittel nicht mit der Ausſicht auf den gewünſchten Erfolg empfehlen zu können, und es drängte ſich mir die Frage auf, ob es nicht etwa ausführbar ſein ſollte, durch eine Horizontal-Projection den Himmel nahe ſo darzuſtellen, wie das Auge ihn ſieht, ohne den Zuſammenhang des über dem Horizonte ſichtbaren Theils mit dem unter demſelben liegenden zu unterbrechen, zugleich aber auch eine ſolche Einrichtung zu treffen, daß höchſtens zwei Blätter für alle Jahreszeiten und für alle Standpunkte auf der Erde ausreichen könnten.

Schon der erſte Verſuch, den ich zum Gebrauche der Prinzeſſinnen machte, ſchien die Aufgabe ziemlich befriedigend zu löſen und zur Erleichterung der Aſtrognoſie nicht wenig beitragen zu können. Auch ward ich von Mehreren aufgefordert, denſelben zu veröffentlichen, indem ſie glaubten, daß dadurch Vielen ein angenehmer Dienſt werde erwieſen werden. Dazu ſchien er mir aber ſowohl einiger Verbeſſerungen, welche mir erſt während der Arbeit eingefallen waren, als auch des Urtheils fachgelehrter Männer über die Neuheit und Zweckmäßigkeit eines ſolchen Unternehmens zu bedürfen; zu deſſen Einholung mir die ſchon erwähnte Reiſe eine Gelegenheit darbot.

Auf derſelben nahm ich daher ſowohl eine Copie jener horizontalen Abendanſicht des Sternhimmels, als auch ein ſkizzirtes Netz der beabſichtigten Verbeſſerungen mit, und legte dieſelben dem berühmten Director der Altonaer Sternwarte, Herrn Conferenzrath und Profeſſor v. Schumacher und deſſen Obſervator Herrn Peterſen, wie auch dem ſchon durch ſeine Entdeckungen

in Paramatta rühmlich bekannten und als Director der Sternwarte und Navigationsſchule in Hamburg hochverdienten Aſtronomen Herrn Rümker vor. Alle drei waren über die Neuheit und Zweckmäßigkeit meines Verſuchs gleicher Anſicht, und zeigten ſich bereit, dieſes in ſchriftlichen Gutachten zu bezeugen, welche ich zur Rechtfertigung eines in meinem unmittelbaren Geſchäftskreiſe nicht liegenden Unternehmens hier mitzutheilen mir erlaube. Sie lauten, wie folgt:

1. „Die Darſtellung des geſtirnten Himmels, welche Hr. Hofprediger und Doctor Germar, um die Kenntniß der Sternbilder und einzelner Sterne zu erleichtern, entworfen hat, ſcheint mir ſinnreich und zweckmäßig; auch iſt mir nicht bekannt, daß ſie ſchon früher von Andern gegeben ſei. Ich glaube, daß durch ihre Bekanntmachung allen Liebhabern der Aſtronomie, die ſich mit dem geſtirnten Himmel vertraut machen wollen, ein weſentlicher Dienſt geleiſtet werden würde.“

Altona, 1844, September 4.

Schumacher,
Director der Altonaer Sternwarte.

2. „Mit vielem Vergnügen ſpreche ich den Wunſch aus, daß die von dem Hrn. Paſtor Germar zunächſt für ſeine Elevinnen ausgearbeitete «Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels» (darunter iſt jene Darſtellung verſtanden) — durch den Druck einem größeren Publikum zugänglich gemacht werden möchte, und dieſes um ſo mehr, weil für den gegenwärtigen Stand der Wiſſenſchaft wirklich Mangel an einer guten ſummariſchen Ueberſichtskarte der Sterne iſt.“

„Die in dieſem Werkchen enthaltene, ſo viel ich weiß, ganz neue Art, für eine beſtimmte Zeit des Jahres den Stand der in Deutſchland am Himmel ſichtbaren Sterne und Sternbilder zu zeichnen, ſcheint mir durchaus faßlich zu ſein, und wird gewiß jedem Liebhaber der Sternkunde, ja ſogar manchen Aſtronomen zur erſten Orientirung ein willkommener Leitfaden ſein, um ohne weitere Hülfe ſchnell und leicht

die vorzüglichen Sterne und Sternbilder am Himmel aufzufinden.“

Altona, September 1. 1844.

A. C. Peterſen,
Obſervator der Altonaer Sternwarte.

3. „Die von dem Hrn. Hofprediger Germar dem Horizonte von 50° Polhöhe angepaßten Abendanſichten der öſtlichen und weſtlichen Hemiſphäre für verſchiedene Monate haben den Vorzug, daß ſie, wie ein richtig geſtellter Himmelsglobus ein getreues, der Zeit entſprechendes, auf Zenith und Horizont bezügliches Bild des ſichtbaren Himmels geben, ohne daß man der Unbequemlichkeit ausgeſetzt iſt, ſich in den Mittelpunkt des Globus verſetzen zu müſſen, um die auf ſeiner Oberfläche gezeichneten Sterne mit denen am Himmel vergleichen zu können.“

„Der Gebrauch dieſer Karten kann ohne bedeutende Fehler auf die nördliche gemäßigte Zone ausgedehnt werden.“

„Es iſt mir nicht bekannt, daß die Idee des Hrn. Hofpredigers Germar in dieſer Art zuvor ausgeführt ſei.“

Hamburg, September 6. 1844.

C. Rümker,
Director der Sternwarte in Hamburg.

Doch konnten durch dieſe Gutachten die Bedenklichkeiten nicht gehoben werden, welche mehrere der benachbarten Buchhandlungen von der Uebernahme des Verlags abſchreckten, indem ſie die Koſten ſcheuten, welche die von mir verlangte befriedigende Ausführung der Tafeln erforderten. Es war alſo zu erwarten, daß die Veröffentlichung meiner Idee eher eine pecuniäre Aufopferung als eine Entſchädigung für die darauf zu verwendende Arbeit zur Folge haben werde. Dennoch glaubte ich mich dieſer um ſo weniger entziehen zu dürfen, weil ich bald die Erfahrung machte, daß die Prinzeſſinnen bloß durch die Anwendung der oben erwähnten unvollkommneren Abendanſichten des Sternhimmels ſich in kurzer Zeit eine ſehr genaue und richtige Kenntniß der vorzüglichſten ſichtbaren Sternbilder erwarben. So ſehr ſie nämlich anfangs wünſchten, auch dazu meine perſönliche Anleitung zu benutzen, und ſo

bereit ich mich dazu zeigte: ſo wurde dieſelbe doch theils durch zufällige Umſtände, theils durch die oben angeführten Schwierigkeiten ſo lange gehindert, daß ſie unterdeß zu der Einſicht gelangten, ſie könnten bei dieſem Geſchäfte meiner perſönlichen Hülfe entbehren, wodurch, wie ich es gehofft hatte, ihre Luſt zur Sache erhöht und mir die angenehme Verſicherung gegeben ward, daß meine Hoffnung von der Nützlichkeit dieſer Darſtellungsweiſe mich nicht getäuſcht habe. Um ſo mehr hielt ich mich aber auch verpflichtet, ein ſo erprobtes Erleichterungsmittel in der unterdeß ausgeführten vervollkommnetern Geſtalt den Gebildeten aller Stände mitzutheilen, welche nur durch die oben beſchriebenen Schwierigkeiten gehindert werden, ſich Kenntniſſe zu erwerben, deren Reize und Wichtigkeit lebhaft von ihnen gefühlt werden. Zwar konnte es mir nicht einfallen, ſie dadurch zu eigentlichen Aſtronomen machen zu wollen. Dazu gehören, zumal bei dem gegenwärtigen Stande der Wiſſenſchaft, nicht bloß eine Menge von wiſſenſchaftlichen Vorkenntniſſen, beſonders der Mathematik und Phyſik, ſondern auch der Beſitz von meiſtens ſehr koſtbaren Apparaten und eine vieljährige Uebung im Gebrauche derſelben, welche nur ſehr Wenige ſich verſchaffen können. Auch nicht einmal eine eigentliche vollſtändige populäre Aſtronomie wollte ich geben, weil dieſer Zweig der Literatur keinesweges vernachläſſigt iſt. Nur den Zugang zu einer Wiſſenſchaft wünſchte ich zu bahnen, welche vor allen den Geiſt und das Herz des Menſchen erhebt, ſeine ganze Weltanſchauung läutert, ihm die Größe, Weisheit und Güte des Schöpfers gleichſam anſchaulich macht, und durch die einzig richtige Methode ihrer Forſchungen, denen ſie eben ihre hohe Vervollkommnung verdankt, ein Muſter für jede Art menſchlicher Erkenntniſſe zu ſein verdient. Dadurch hoffte ich die Zahl ihrer Liebhaber zu vermehren. Fühlen dieſe dann Luſt und Kraft, ſich weiter in den Vorhof der Wiſſenſchaft einführen zu laſſen, ſo übergebe ich ſie der Führung der ausgezeichneten Aſtronomen, welche ſich in den letzten Decennien das große Verdienſt erworben haben, ihre Wiſſenſchaft der Faſſungskraft aller Gebildeten näher zu bringen. In Mädler's populärer Aſtronomie 1841 werden ſie z. B. die Wiſſenſchaft ganz auf ihrem heutigen Standpunkte finden, in

Nürnberger's Aſtronomiſchem Wörterbuche, wenn es vollendet ſein wird, über alle einzelnen wichtigen Punkte ſich eine eben ſo vollſtändige, als faßliche Auskunft verſchaffen, in Schumacher's Jahrbuche die intereſſanteſten Aufſätze über diejenigen Gegenſtände des Fachs, welche die Gegenwart vorzüglich bewegen, und in v. Humboldt's Kosmos ein geiſtvolles Gemälde des heutigen Zuſtandes der Wiſſenſchaft finden. Keine verdienſtvolle Schrift dieſer Art kann und ſoll durch die meinige verdrängt oder überflüſſig gemacht, ſondern vielmehr der Zugang zu ihnen allen geebnet und die klare Ueberſicht nebſt der Vergleichung ihrer Reſultate erleichtert werden. Dieſes allein iſt ihr Zweck, und ihn nicht ganz zu verfehlen mein Wunſch.

Um jedoch dieſen Zweck einigermaßen vollſtändig zu erreichen, glaubte ich mich nicht auf die beiden Tafeln beſchränken zu dürfen, welche den Liebhabern die Kenntniß des Fixſternhimmels erleichtern ſollen, ſondern auch noch die vier Tafeln hinzufügen zu müſſen, durch welche ich den Prinzeſſinnen die Kenntniß unſers Sonnenſyſtems faßlicher zu machen ſuchte.

Die beiden erſten von dieſen ſind gewiſſermaßen Ergänzungen der gewöhnlichen Darſtellungen unſers Sonnenſyſtems, deren Gebrauch dabei vorausgeſetzt, alſo gleichfalls nicht überflüſſig gemacht wird; die aber auch (z. B. die Weiland'ſche) für einen ſehr billigen Preis zu haben ſind.

Die Tafel **III.** enthält nämlich eine graphiſche Darſtellung der Bahnverhältniſſe der vier innern Planeten, d. h. ihrer Sonnenabſtände und Excentricitäten, der Oerter ihrer Perihele, aufſteigenden Knoten, Aequinoctial- und Solſtitialpunkte, nebſt den Richtungen ihrer Säcularänderungen; ferner das Verhältniß ihrer Geſchwindigkeiten auf den Bahnen, die Neigung der Bahnebenen gegen einander, die ſynodiſchen Umläufe und die Axenſtellungen, ſo weit letztere bekannt ſind. Die Beſchränkung auf dieſe 4 Planeten war unvermeidlich, wenn auf einem Blatte von mäßiger Größe ein hinreichender Raum gefunden werden ſollte, um alle jene Gegenſtände deutlich darzuſtellen. Doch ſind auf der Einfaſſung neben der Graduirung der Ekliptik auch die Perihele und Aphele nebſt den Aequinoctial- und Solſtitialpunkten der drei

äußern Planeten bezeichnet, damit bei ihnen gleichfalls der verſchiedene Abſtand von uns, nebſt den Jahreszeiten derſelben zur Zeit ihrer Oppoſition, nach den Erdmonaten, in welchen dieſe ſich ereignet, unmittelbar beurtheilt werden können.

Damit aber auch für die Trabantenbahnen die Erleichterung geſchafft werde, welche ich auf den gewöhnlichen Darſtellungen unſers Sonnenſyſtems vermißte, fügte ich auf Tafel IV. die verticalen Durchſchnitte der vier Trabantenſyſteme nicht bloß nach einem allgemeinen, ſondern auch bei einigen, z. B. bei unſerm Monde und dem Ringſyſteme Saturn's nach einem zehnfach vergrößerten Maßſtabe hinzu, nebſt einer Mitternachtsanſicht des Saturnsringes und ſeiner 6 erſten Monde von $37\frac{1}{2}$ Grad Saturnsbreite betrachtet. Auch ward ein entbehrlicher Raum in Fig. II. ausnahmsweiſe zu einem Grundriſſe eines Stücks der Mondsbahn benutzt, um die von der gewöhnlichen Vorſtellung ſehr abweichende Bewegung des Mondes im Weltraume, und die fünf verſchiedenen Umlaufspunkte, welche unſer Mond zwiſchen zwei Vollmonden berührt, anſchaulich zu machen.

Auf der Tafel V. und VI. endlich ſind alle wichtigſten aſtronomiſchen Verhältniſſe der Planeten und Trabanten nach den Angaben des Hrn. Prof. Mädler in Zahlen dargeſtellt, nicht, um mit ihnen das Gedächtniß zu belaſten, ſondern theils, um die Vergleichung der Weltkörper unſers Sonnenſyſtems nach allen durch die Ueberſchriften der Columnen angegebenen Begriffen den Liebhabern zu erleichtern und ſie dadurch in den Stand zu ſetzen, ſich ſelbſt eine Art von vergleichender Aſtronomie zu bilden, theils um ſie aufzufordern, die in den Ueberſchriften angedeuteten Begriffe ſich noch einmal zu vergegenwärtigen und klar zu machen, theils um für jeden eintretenden Fall des Bedürfniſſes die nöthigen Zahlen leicht auffinden zu können. Zu dieſen Zwecken dürften ſie auch vielleicht für jede Art des Vortrags der Aſtronomie nicht unbrauchbar und unwillkommen ſein.

Unmöglich aber können alle jene Tafeln denen, welchen ich ſie darbiete, ohne nähere Erläuterung deutlich ſein, zumal da ſie viele Zeichen enthalten, deren Zweck und Bedeutung nur aus einer ſpeciellen Erklärung erkannt zu werden vermag. Dieſe gebe

ich daher in den folgenden Blättern, deren Inhaltsanzeige am Schluſſe folgt. Da ich aber weiß, wie ſehr es, zumal für Anfänger, Bedürfniß iſt, die Erläuterung der ihnen nicht ganz klar gewordenen oder dem Gedächtniſſe wieder entſchwundenen Begriffe und Terminologien von Neuem aufzuſuchen, und welchen Zeitverluſt ihnen, auch bei einer zweckmäßigen Anordnung der Materien, ein lange vergebliches Suchen verurſacht: ſo habe ich die Mühe nicht geſcheut, am Ende der Schrift ein möglichſt vollſtändiges alphabetiſches Regiſter folgen zu laſſen.

Erſtes Kapitel.

Allgemeine Erläuterung der Conſtruction, nach welcher auf der Tafel I. und II. die Abend-Anſichten des Sternhimmels unter 50^0 N. Br. entworfen ſind.

Wer (z. B. auf einer Eiſenbahn) raſch und gleichförmig in einer Richtung fortbewegt wird, der merkt die eigene Bewegung nicht; aber Häuſer, Bäume und andere Gegenſtände in der Nähe ſeines Weges, welche offenbar ihren Platz nicht verändern können, ſcheinen ihm in entgegengeſetzter Richtung vorbeizugehen, die entfernten langſamer, die näheren in raſchem Fluge. Ebenſo geht es auch dem Beobachter auf der Erde bei der doppelten Bewegung derſelben, ſowohl auf ihrer Bahn, als um ihre Axe, beſonders aber bei der letzteren. Da nämlich die Erde ſich täglich von Weſten nach Oſten um die Endpunkte ihrer Axe, den Nord- und Süd-Pol, dreht, ſo müſſen alle unterſcheidbaren feſten Punkte des ſcheinbaren Himmelsgewölbes, des Nachts die Sterne und am Tage die Sonne, in der entgegengeſetzten Richtung von Oſten nach Weſten ſich zu drehen ſcheinen, und zwar um die beiden Punkte des Himmels, welche von der verlängerten Erdaxe oder der Welt-Axe, Himmels-Axe, über ihren beiden Polen getroffen werden, daher jene Punkte der Nord-Pol und Süd-Pol des Himmels heißen. Denkt man ſich alſo den Beobachter auf einem dieſer Erd-Pole, ſo wird er den entſprechenden Himmels-Pol als einen unveränderlichen, nur um ſich ſelbſt ſich drehenden Punkt im Zenith (d. h. ſenkrecht über ſeinem Scheitel) haben, und um dieſen alle über ſeinem Horizonte befindlichen Geſtirne in verſchiedenen aus dem Pole beſchriebenen concentriſchen Kreiſen von Oſten gegen Weſten ſich drehen ſehen. Weil aber hier der Himmels-Pol zugleich das Zenith iſt, folglich ſenkrecht über der Ebene des Horizontes ſteht, ſo müſſen alle jene Kreiſe, welche, wenn ſie aus dem Zenith gezogen ſind, Höhenkreiſe heißen, dem Horizonte parallel laufen, folglich können die auf demſelben

befindlichen Geſtirne zu keiner Zeit der Umdrehung ſich dem Horizonte nähern oder von demſelben entfernen. Sie können wohl, wenn die Sonne über dem Horizonte ſteht und alsdann in ihrem Höhenkreiſe ſich herumdreht, durch dieſelbe verdunkelt und unſichtbar gemacht werden; aber von einem Auf- oder Untergange kann hier nie die Rede ſein.

Ganz anders verhält ſich die Sache für den Beobachter, welcher ſich auf dem Aequator befindet. Für ihn liegen die beiden feſten Punkte des Himmels, die Himmels-Pole, in ſeinem Horizonte, ſein Zenith aber rückt in jedem Momente der Umdrehung von Weſten nach Oſten durch einen größeſten Kreis des Himmels, der überall gleich weit von beiden Himmels-Polen entfernt iſt und daher der Himmels-Aequator heißt. Daher ſcheint dieſer ſeinem Zenith von Oſten nach Weſten entgegenzukommen, und alle in demſelben befindlichen Geſtirne in Oſten ſenkrecht über den Horizont heraufzuſteigen (aufzugehen) und ſich, nachdem ſie durchs Zenith gegangen ſind, ebenſo ſenkrecht wieder im Weſten gegen den Horizont und nachher unter denſelben hinabzuſenken (unterzugehen). Vom Oſtpunkte des Horizontes bis zum Zenith hat er alſo die Aufgangs-, und von da bis zum Weſtpunkte die Niedergangs-Seite vor ſich.

Dieſe beiden Seiten der über dem Horizonte ſtehenden Himmels-Halbkugel werden durch den Halbkreis, den man von dem einen Pole durchs Zenith des Standpunktes bis an den andern Pol zieht und welcher der Orts-Meridian heißt, in zwei gleiche Hälften getheilt, auf deren öſtlicher alle Geſtirne in Bogen, welche mit dem Himmels-Aequator parallel laufen und daher Parallelkreiſe heißen, ſich ſenkrecht aus dem Horizonte bis zum Orts-Meridian erheben, und deren weſtliche Hälfte ſie von demſelben ebenſo ſenkrecht wieder bis zum Horizonte und unter denſelben herabſinken ſieht. Weil nun alle Sterne bei ihrem ſcheinbaren Durchgange durch den Orts-Meridian den höchſten Standpunkt erreichen, den ſie über denſelben haben können, ſo wird der Moment des Durchganges die Zeit der Culmination genannt, die für die weſtlicher ſtehenden Sterne natürlich früher eintreten muß, als für die öſtlicheren. Dieſen Orts-Meridian kann man ſich auch als einen ſehr ſchmalen Gewölbbogen denken, der ſich von Norden nach Süden über dem Beobachter hinzieht und beſtändig über dem Zenith deſſelben bleibt, aber wegen der Umdrehung der Erde in jedem Momente ſeinen Abſtand von den Sternen verändert, daher dieſe den ihrigen zu verändern ſcheinen.

Denkt man ſich nun an der Himmelshalbkugel Halbkreiſe durch einen Stern und beide Pole, ſo erhält man einen Himmels- oder Stern-Meridian, der den Aequator und alle Parallelcirkel am Himmel rechtwinklig durchſchneidet; und da die ſcheinbare Umdrehung deſſelben mit der wirklichen des Orts-Meridians einerlei Pole hat, ſo müſſen beide im Zenith des Beobachters völlig zuſammenfallen oder einander decken. Die-

ſes gilt alſo von dem Meridiane eines jeden Sternes oder eines jeden ſonſtigen Orts am Himmel zur Zeit ſeiner Culmination.

Da nun jeder Kreis durch die volle Umdrehung einer geraden Linie um einen der Endpunkte derſelben entſteht, ſo bezeichnet jeder Theil des Kreiſes auch den Theil der Umdrehung (des Winkels), durch den er entſtanden iſt, alſo der Halbkreis eine halbe, der Quadrant ¼ Umdrehung u. ſ. w., wobei es nicht auf die Größe des Cirkels ankommt, die blos von der Länge der geraden Linie abhängt, ſondern lediglich vom Verhältniſſe des Bogenſtückes zum ganzen Kreiſe. So wurden die Kreiſe das Maß der Winkel oder der Theile einer vollen Umdrehung. Zu dieſem Zwecke mußte man ſie ſelbſt in gleiche Theile theilen, und die Zahl derſelben war eben ſo ſehr der Willkühr freigegeben als die Größe der Kreiſe, welche man zur Meſſung anwenden wollte. Man wählte aber die Zahl von 360 Theilen, weil dieſe ſich durch alle einfachen Zahlen außer 7 und durch viele zuſammengeſetzte dividiren läßt, ohne Bruchtheile zu geben. Jeder von jenen 360 Theilen heißt bekanntlich ein Grad und es kommen mithin auf den Halbkreis 180, auf den Quadranten und rechten Winkel 90, auf den Sextanten und jeden Winkel des gleichſeitigen Dreiecks 60, auf den Octanten und die Hälfte des rechten Winkels 45 Grad u. ſ. w. Um aber für ſchärfere Beſtimmungen auch noch kleinere Theile zu erhalten, theilte man den Grad in 60 Minuten (von pars minuta prima, erſter verkleinerter Theil) und jede Minute wieder in 60 Secunden (pars minuta secunda); ſo daß alſo jeder Grad 3600, und jeder Kreis 1296000, oder mehr als 1¼ Million Secunden enthält. Daraus erhellet, welche Schärfe der Inſtrumente und der Beobachtung dazu gehört, um ſo kleine Theile bei der Meſſung der Himmelsbogen noch mit Beſtimmtheit zu unterſcheiden, ja ſich damit nicht genügen zu laſſen, ſondern ſogar, wie es jetzt von den Aſtronomen geſchieht, Zehntheile und Hunderttheile von Secunden anzugeben. Eine ſolche Genauigkeit iſt aber von der höchſten Wichtigkeit, weil ſchon in der Entfernung des Saturns eine Bogen-Secunde eine Größe von 800 geographiſchen Meilen ausmacht und ohne ſie viele wichtige aſtronomiſche Veränderungen ſich gar nicht beobachten und angeben laſſen. Da ſie jedoch überhaupt nicht ohne ſtark vergrößernde Fernröhre und auf keinen Fall für den Liebhaber erreichbar oder nothwendig iſt: ſo iſt ſie in den auf ihre Bedürfniſſe berechneten Tafeln V und VI, nach der Beſchaffenheit der Umſtände, häufig auf bloße Grade und deren Bruchtheile, oder auf Minuten beſchränkt worden; nur in wenigen Fällen, wo die Unterſchiede ſonſt nicht bemerkbar zu machen waren, wurden die Secunden angegeben. Bei den Zeichnungen war, wegen der Kleinheit des Maßſtabes, kaum die Genauigkeit der Grade erreichbar, und für ihren Zweck eben ſo wenig von Wichtigkeit.

Weil nun für den auf dem Erd-Aequator ſtehenden Beobachter der Himmels-Aequator und deſſen Parallelkreiſe ſich ſenkrecht über den öſt-

lichen Horizont zu erheben ſcheinen, ſo werden die Bogentheile derſelben Grade, Minuten und Secunden der Rectaſcenſion (Geradaufſteigung) genannt, welche das Zeichen Æ (ascensio recta) erhält, während ſie auf den Meridianen Grade, Minuten und Secunden der nördlichen oder ſüdlichen Declination oder Abweichung heißen, weil ſie die Entfernung des dieſelben durchſchneidenden Parallelkreiſes nördlich oder ſüdlich vom Himmels-Aequator in Bogentheilen angeben. Im erſtern Falle wird zwiſchen Decl. und der Zahl das Zeichen +, im letztern das Zeichen — geſetzt. Dieſe Benennungen bezeichnen alſo am Himmel genau das Nämliche, was man auf der Erde durch die Bogentheile der Länge und Breite ausdrückt. Am Himmel aber beziehen die Wörter Länge und Breite ſich auf die Ekliptik, d. h. auf die Ebene der Erdbahn und deren Meridiane, daher man für das Syſtem des Aequators andere Namen gebrauchen mußte, die auch für den Erd-Aequator und deſſen Nachbarſchaft vollkommen paſſend waren, für unſere Gegenden aber und beſonders für die Polarzonen etwas befremdend erſcheinen müſſen. Denn in der letztern würde man eher die Declination eine Geradaufſteigung nennen können, indem die Rectaſcenſion mehr oder weniger mit dem Horizonte parallel geht, unter 45° irdiſcher Breite aber haben Rectaſcenſion und Declination gerade einerlei Neigung gegen den Horizont. Diejenigen Himmels-Meridiane, welche den Aequator und die Ekliptik in den Aequinoctial- und Solſtitialpunkten ſchneiden, alſo 90° von einander abſtehen, heißen die Koluren.

Um eben ſo viele Grade, als man ſich zu beiden Seiten vom Erd-Aequator entfernt, erhebt ſich der entſprechende Himmels-Pol über den nördlichen oder ſüdlichen Horizont, und ſinkt der Aequator, da er 90° vom Pole abſteht, gegen den entgegengeſetzten Horizont herab, daher man die geographiſche Breite eines Ortes auch deſſen Polhöhe nennt. Steht alſo der Pol 45° über dem nördlichen Horizonte, ſo wird die Ebene des Himmels-Aequators eine gleiche Abweichung vom ſüdlichen Horizonte haben, und beträgt die Polhöhe 50°, ſo bleiben nur 40° für die Abweichung vom Aequator oder die Declination des Ortes übrig.

Letzteres iſt nun eben der Fall bei den auf Tafel I. und II. dargeſtellten Abend-Anſichten des Sternhimmels, deren eine ich jetzt vor Augen zu behalten bitte. Für dieſelben wählte ich nämlich die Polhöhen von 50° N. Br., weil der dieſer entſprechende Parallelkreis durch die Mitte nicht blos Deutſchlands, ſondern faſt ganz Europas geht, und für die benachbarten Breiten ſich nur ein geringer Unterſchied ergibt, der noch überdies leicht ganz aufgehoben werden kann, wenn man genau nach der Polhöhe jedes abweichenden Beobachtungsortes den dadurch veränderten Horizont vermittelſt einer hinzugefügten Linie bezeichnet, indem man dieſelbe um den Mittelpunkt des gezeichneten Horizonts ſich ſo viel drehen läßt, als die abweichende Polhöhe erfordert. Ja ſogar unter dem Aequa-

tor und auf der ſüdlichen Hemiſphäre bleiben dieſe Anſichten noch brauchbar, wenn man im erſtern Falle den mittlern Meridian in den Horizont verwandelt, und im letztern das Blatt gänzlich umdreht, wobei dann freilich die Untergangsſeite in die Aufgangsſeite und die Aufgangsſeite ebenfalls in ihr Gegentheil verwandelt wird. Daher dürften ſie auch für Seeleute zur erſten Orientirung nicht unbequem gefunden werden.

Jede der Tafeln beſteht nämlich aus zwei Bogenſtellungen, deren Gewölbe die Stelle des *Orts-Meridians* vertritt und deren Kämpfer durch eine Art von Brücke oder Steg verbunden ſind, deſſen obere Grenze den verticalen Durchſchnitt der Ebene *des Horizontes von* 50° N. Br. vorſtellt. Auf deren Mitte wird der Beobachter gedacht, der in der Figur A gegen Oſten auf die Hälfte der hohlen Himmelshalbkugel, welche die *Aufgangsſeite* bildet, hinausſchaut. Die Figur B zur Rechten ſtellt die entgegengeſetzte Seite der nämlichen Bogenſtellung dar, aus welcher der Beobachter, nachdem er eine halbe Umdrehung gemacht hat, gegen Weſten, alſo auf die *Untergangsſeite* der Geſtirne ſeinen Blick richtet. In jener Richtung hatte er den *Nordpunkt* des Horizontes zu ſeiner Linken, den *Südpunkt* zur Rechten, in der letztern aber mußte ſeine eigene halbe Umdrehung das Gegentheil hervorbringen, ſo daß hier der Nordpunkt zu ſeiner Rechten, der Südpunkt aber zur Linken ſteht, daher der Südpunkt beider Figuren auf dem mittlern Pfeiler liegt. Daß es nicht anders ſein kann, wird Jedem leicht einleuchten, wenn er die beiden Figuren der Tafel gegen einander biegt und ſich in der Mitte zwiſchen denſelben denkt. Dieſe entgegengeſetzte Stellung hat übrigens für die Zeichnung noch den Vortheil, daß dadurch der ſüdliche Theil des Himmels-Meridians, in welchem beide Figuren, und zwar über eben dieſem Theile des Orts-Meridians, ſich aneinander ſchließen, auch einander gegenüber ſtehen, und dadurch ſo nahe als möglich zuſammengerückt werden, ſo daß die etwa zerſchnittenen Sternbilder leichter verbunden werden können.

Da der Gewölbbogen als Halbkreis 180 Grade enthält, dieſe aber nur von 10 zu 10 Graden angegeben werden konnten, ſo mußte derſelbe in 18 gleiche Theile getheilt werden, von denen 5 Theile, = 50°, über den beiden gegenüberſtehenden Nordpunkten die Stelle des Nord-Pols bezeichnen. Von dieſem mußte die *Welt-Axe* durch den Mittelpunkt der Himmels-Hohlkugel, als welcher überall der Standpunkt des Beobachters (folglich hier die Mitte der Brücke) erſcheint, gezogen werden, um den Süd-Pol, den entgegengeſetzten Punkt dieſer Hohlkugel, zu treffen. Die Axen der beiden Hälften der Himmels-Hohlkugel müſſen daher auf den beiden Figuren A und B gegen die Punkte des Süd-Pols convergiren, nach oben hingegen auseinander fahren.

Da ferner der *Himmels-Aequator* 90° von den Polen abweicht, ſo muß die gerade Linie, welche den durch die erweiterte Ebene des Erd-

Aequators bei der Berührung des ſcheinbaren Himmelsgewölbes verurſachten Bogen perſpectiviſch darſtellt (weil er in der Geſichtsfläche des Beobachters liegt), um 9 jener Theile vom Pole ab beginnen, und ebenfalls durch den Standpunkt des Beobachters gehen. Jener Anfangspunkt erhält das Zeichen von 0^0 Declination, weil von ihm an zu beiden Seiten die Grade der Declination ebenſo gegen beide Pole gezählt werden, wie es auf der Erde mit den Graden der Breite geſchieht. Die Folge davon iſt, daß der Aequator zu beiden Seiten des Südpunktes den Orts-Meridian in 40^0 über dem Horizonte trifft, bei den beiden Nordpunkten aber gegen den vierzigſten Grad unterhalb deſſelben hinabſinkt.

Nur die halbe Hohlkugel kann zur Zeit über dem Horizonte ſtehen, alſo ſichtbar ſein, mithin ſowohl gegen Oſten als gegen Weſten nur derjenige Theil der Himmels-Hohlkugel, welcher von dem Horizonte des Beobachters und dem Gewölbbogen des Orts-Meridians begrenzt wird. Folglich kann eine Zeichnung, welche eine Anſicht des Himmels darſtellen ſoll, nur denjenigen Theil wiedergeben, der zwiſchen dieſen Grenzen ſichtbar iſt.

Aber die Umdrehung der Erde ruht keinen Augenblick, folglich eben ſo wenig die Wirkung derſelben, nämlich die ſcheinbare Umdrehung der Himmels-Hohlkugel in der entgegengeſetzten Richtung, welche bei der öſtlichen Anſicht ſchräg aufwärts, bei der weſtlichen dagegen ebenſo abwärts ſteigt, wie dies an jedem untern Ende des Aequators durch die Richtung eines Pfeiles angedeutet iſt. Weil aber die gerade Linie des Aequators das perſpectiviſche Bild einer hohlgekrümmten Bogenlinie iſt, ſo iſt die Bewegung wie die einer gegen den Pol gerichteten hohlgekrümmten Hand, welche ſich um ihre Axe dreht.

Eben durch dieſe ſcheinbare Umdrehung der Himmels-Hohlkugel treten aber in jedem Momente neue Punkte des Aequators und ſeiner Parallelkreiſe nebſt den auf ihnen befindlichen Sternen auf der öſtlichen Seite über den Horizont hervor und ſinken auf der weſtlichen unter denſelben hinab. Solche Veränderungen kann kein Bild darſtellen. Weil es aber unter der Brücke auch den ganzen übrigen, zur Zeit unſichtbaren Theil der Himmels-Hohlkugel enthält, ſo läßt ſich, weil die Richtung und Schnelligkeit der Bewegung bekannt und gleichförmig iſt, leicht berechnen, nach wie vielen Stunden ein Stern zu ſeinem Aufgange oder Untergange gelangen werde, welches ſich weiterhin beſſer wird deutlich machen laſſen. Man kann alſo Sterne, welche zur angegebenen Beobachtungszeit unſichtbar ſind, noch an dem nämlichen Abende erblicken, wenn man nach einigen Stunden zur Beobachtung zurückkehrt; man kann aber auch andere, die zu jener Zeit ſchon untergegangen ſind, noch wahrnehmen, wenn die Tageshelle es erlaubt, den Sternhimmel einige Stunden früher zu beobachten.

Zu dieſem Zwecke wäre es freilich für den gewählten Standpunkt unter 50^0 N. Br. nur nöthig geweſen, die Sternbilder bis zum vierzig-

ſten Grade ſüdl. Decl. darzuſtellen. Denn nur dieſe können dort über den Horizont kommen und alſo ſichtbar werden, daher auch dieſe Grenze der Sichtbarkeit für jenen Standpunkt durch einen eigenen Parallelkreis anſchaulich gemacht iſt. Doch konnte eine ſolche Beſchränkung unmöglich rathſam erſcheinen. Denn theils iſt es ein ſehr natürlicher Wunſch der Liebhaber, auch diejenigen Sternbilder kennen zu lernen, deren wirklichen Anblick ſie niemals hoffen dürfen, theils wäre meine Abſicht, dieſe Darſtellungen auch für alle Gegenden der Erde brauchbar zu machen, dadurch gänzlich vereitelt. Daher ward denn auch die ganze ſüdliche Circumpolarzone hinzugefügt.

Jetzt kam es darauf an, das Netz der Parallelkreiſe und Meridiane zu entwerfen, in welchem jedem Sterne ſein Ort am Himmel ebenſo angewieſen wird, wie es bei den einzelnen Stellen der Erdoberfläche geſchieht. Hier lag nun freilich die ſtereographiſche Horizontal-Projection am nächſten, weil ſie eine eigentlich perſpectiviſche iſt, indem das Auge in einem Punkte des Aequators und die perſpectiviſche Tafel in verticaler Richtung gegen die Geſichtslinie durch den Mittelpunkt der Erde gehend gedacht wird. Auch iſt ſie für Abbildung der Erd-Hemiſphären die beſte, weil ſie die Aehnlichkeit der Umriſſe von Ländern und Meeren am beſten bewahrt. Aber ſie hat den großen Uebelſtand, daß die Flächen um den Mittelpunkt nur den vierten Theil der Größe haben, den ſie am Rande beſitzen. Dieſes ſchien ein überwiegender Nachtheil für die Darſtellung der Sternbilder zu ſein, zumal auf einer ſo kleinen Karte, weil jene dadurch in der Mitte bis zur Undeutlichkeit zuſammengedrängt wären, und das Auge alles Maß für den verhältnißmäßigen Abſtand der einzelnen Sterne verloren hätte, wogegen eine kleine Veränderung in ihrer Configuration weniger in Betracht zu kommen ſchien. Daher entſchloß ich mich zu einer künſtlichen Horizontal-Projection, welche ich die iſomeriſche nennen möchte, weil in derſelben ſowohl der Umkreis als auch die geraden Linien des Aequators und mittleren Meridians in unter ſich gleiche Theile getheilt werden. Doch kann man ſie auch als eine perſpectiviſche betrachten, welche man erhält, wenn man das Auge, ſtatt in die Oberfläche der Kugel (wie bei der ſtereographiſchen), außerhalb derſelben in eine Entfernung von 6/7 des Durchmeſſers von der Tafel aufſtellt. Nach dieſer Projection habe ich daher das Netz gezeichnet und in daſſelbe die Sterne nach ihrer Rectaſcenſion und Declination mit möglichſter Genauigkeit eingetragen. Doch ſind bei der Auszeichnung nur die Meridiane und Parallelkreiſe von 30 zu 30 Graden beibehalten, weil dieſe für die Beſtimmung der Culminationszeit der Geſtirne nothwendig bleiben, von den übrigen aber Undeutlichkeit und Verwirrung des Bildes zu beſorgen war; nur ſind auf dem Aequator und auf allen Meridianen die Abtheilungen von 10 zu 10 Graden noch ſichtbar erhalten.

So wie die Grade der Declination auf dem Gewölbbogen, als dem Orts-Meridiane, angezeigt ſind, ſo hätten die Grade der Rectaſcenſion eigentlich dem Aequator und den Parallelkreiſen beigeſchrieben werden ſollen. Hier aber hätten dieſe oft dreitheiligen Zahlen den Sternen ihren Platz beengt und das Bild verwirrt. Deswegen ſind ſie bei den betreffenden Meridianen auf die Brücke des Horizontes übergetragen, auf welchen noch überdies auf Figur A die Richtung des Horizontes gegen Nordoſt und Südoſt, ſowie auf Figur B die Richtung gegen Südoſt und Nordoſt angedeutet iſt.

Der Bogen des Horizontes, den der ſüdliche oder nördliche Abſtand eines aufgehenden Geſtirns von dem wahren Oſt- oder Morgenpunkte bildet, heißt die nördliche oder ſüdliche **Morgenweite** deſſelben; eben dieſer Abſtand des untergehenden Geſtirns aber wird deſſen nördliche oder ſüdliche **Abendweite** genannt. Wenn alſo der Seefahrende nach der Jahreszeit und dem Breitengrade, worin er ſich eben befindet, genau berechnet hat, in welchem Punkte des Horizontes der Aufgang oder Untergang des Geſtirns erfolgen ſoll, und er damit die Vergleichung verbindet, in welchen Punkten ſeines Compaſſes jeder derſelben wirklich beobachtet wird; ſo kann er daraus die Mißweiſung ſeines Compaſſes, d. h. deſſen Abweichung vom wahren Nordpunkte erlernen, die bekanntlich auf verſchiedenen Punkten der Erde ſehr verſchieden und ſogar auf dieſen ſelbſt veränderlich iſt.

Dagegen können jene Zahlen des Horizontes ſehr gut gebraucht werden, um den Stundenwinkel, d. h. den Winkel zu finden, den zur Zeit der Beobachtung der Stern-Meridian mit dem Orts-Meridian macht, da auch dieſe Grade auf dem Aequator, aber gegen Oſten und Weſten vom Orts-Meridian gezählt werden, ſtatt daß dieſes bei der Rectaſcenſion links vom Frühlingspunkte geſchieht. So iſt z. B. zur Beobachtungszeit von Tafel I. A der Stundenwinkel von Algenib im Pegaſus 60° öſtlich, woraus man ſieht, daß er noch 4 Stunden bis zu ſeiner mitternächtlichen Culmination gebraucht. Der Bogen am Himmel, den ein Stern zwiſchen ſeinem Auf- und Untergange ſcheinbar durchwandert, heißt der Nachtbogen; bei der Sonne heißt er der Tagbogen.

Bekanntlich herrſcht auf der Erde eine den Liebhabern der Geographie ſehr unbequeme Verſchiedenheit rückſichtlich des erſten Meridians, ſeitdem man den der Inſel Ferro verlaſſen hat und jede Nation ihre Haupt-Sternwarte zum erſten Meridian erhebt. Glücklicherweiſe iſt es am Himmel nicht ſo, indem alle Aſtronomen darin einig ſind, den Frühlingspunkt, d. h. denjenigen Ort des Himmels, in welchem zur Zeit der Frühlings-Nachtgleiche die Sonne, von der Erde aus geſehen (geocentriſch), zu ſtehen ſcheint, als den Ort des erſten Meridians zu betrachten. Dieſer findet ſich Figur A auf dem Aequator bei dem erſten Meridian rechts von dem mittlern oder der Welt-Axe. Denn es iſt zu

bemerken, daß dieſe mittlere gerade Linie eine doppelte Bedeutung hat. Als eine wirklich gerade Linie zwiſchen beiden Polen, welche durch den Standpunkt des Beobachters geht, iſt ſie die Welt-Axe; ſie iſt aber auch das perſpectiviſche Bild des ungeheuern hohlen Halbcirkels der als Meridian von dem Nord-Pol des Himmels durch den Himmels-Aequator bis zum Süd-Pol geht und der deswegen als eine gerade Linie erſcheint, weil er in der Geſichtsfläche des Beobachters liegt, während die übrigen Meridiane um ſo mehr ihre Bogenform zeigen, je weiter die Ebene, in der ſie liegen, von jener Geſichtsfläche abweicht.

Weil nun die Erde, auf ihrer Bahn um die Sonne, *von Weſten nach Oſten*, oder für den Bewohner der nördlichen Erd-Hemiſphäre *links* fortſchreitet, ſo muß ihre *Mitternachtſeite*, d. h. die von der Sonne abgewendete, mit jedem Tage anderen, weiter zur Linken liegenden Sternen zugewendet werden. Dieſes kann man ſich leicht verſinnlichen, wenn man Abends um einen in der Mitte eines Zimmers ſtehenden Tiſch, auf welchem eine Kerze brennt, dergeſtalt links herum geht, daß das Geſicht den umgebenden Wänden zugekehrt bleibt, alſo ſtets die Mitternachtsſeite der Erde vertritt, wo man dann wahrnehmen wird, daß das Geſicht und der eigene Schatten immer anderen weiter links liegenden Stellen der Wand ſich zukehrt. Denkt man ſich ſtatt dieſer unterſcheidbaren Stellen der Wand die Sterne, und ſtatt der ſenkrechten Abtheilungen der Wände die Himmels-Meridiane, ſo wird man leicht einſehen, daß in eben dem Verhältniſſe, als die Erde auf ihrem jährlichen Umlaufe weiter links fortſchreitet, immer andere weiter links ſtehende Sterne zur *mitternächtlichen Culmination* gelangen, wo ſie in der möglichſt größten Höhe über dem Horizonte ſtehen und am beſten zu beobachten ſind; daß alſo, da dieſer Umlauf ſich in jedem Jahre auf die nämliche Weiſe wiederholt, die Jahreszeit der mitternächtlichen Culmination nach Monaten und Tagen des Kalenders beſtimmt werden kann. Zugleich lehrt der Augenſchein bei dieſem Experimente, daß das Licht, welches hier die Sonne vorſtellt, immer in demjenigen Theile der Wände zu ſtehen ſcheint, der dem Stande des Beobachters gerade gegenüberliegt, alſo um einen Halbkreis oder 180° von demſelben abſteht, und daß monatlich ein um $^{360}/_{12}{}^{0}$, alſo um 30° weſtlich abſtehender Meridian in die Stelle des vorigen tritt. Da nun die Sonne im Frühlings-Aequinoctium (Frühlings-Nachtgleiche) gegenwärtig in dem Sternbilde der Fiſche ſteht, ſo muß nach einem halben Umlaufe der Erde, alſo im Herbſt-Aequinoctium, dieſes Geſtirn ſeine *Mitternachts-Culmination* haben. So wie es nämlich bei jener *Frühlings-Nachtgleiche* oder *Aequinoctium* zugleich mit der Sonne um 6 Uhr Morgens in Oſten aufging und mit ihr um Mittag in Süden, alſo im Orts-Meridian ſtand: ſo muß es im *Herbſt-Aequinoctium* um 6 Uhr Abends in Oſten aufgehen, um Mitternacht im Orts-Meridian culminiren und um 6 Uhr Morgens in

Weſten untergehen. Wäre alſo die Beobachtungszeit für das vorliegende Herbſt-Aequinoctium zu 6 Uhr Abends angeſetzt, ſo wäre der Meridian des Frühlingspunktes gerade der mittlere auf der Zeichnung geweſen, und hätte ſeinen Punkt im Horizonte genau in Oſten gehabt. Jene Beobachtungszeit wäre aber unpaſſend geweſen, weil beim Untergange der Sonne die ſtarke Dämmerung jede Sternbeobachtung unmöglich macht. Sie ward daher um 2 Stunden ſpäter angeſetzt. In dieſer Zeit iſt aber wegen der täglichen Umdrehung der Erde der Himmels-Aequator nebſt ſeinen Parallelkreiſen und allen dieſelben durchkreuzenden Meridianen ſchon um den zwölften Theil einer vollen Umdrehung alſo um 30° rechts fortgerückt, und dagegen der nächſte Meridian von gleichem Abſtande in ſeine Stelle getreten, folglich der mittlere Meridian geworden. Nach abermaligen 2 Stunden wird der zweite, 60° links vom Frühlingspunkte abſtehende Meridian zum mittleren, während in dieſen 4 Stunden, alſo um Mitternacht, der Frühlingspunkt in den Orts-Meridian getreten iſt, mithin ſeine mitternächtliche Culmination gefunden hat.

Daher kommt es denn auch, daß man die nämliche Himmels-Anſicht, welche für eine beſtimmte Zeit entworfen iſt, auch zu andern Zeiten gebrauchen kann, wenn man nur die Beobachtungszeit abändert, d. h. ſie für jeden früheren Monat, wo die Erde noch um $\frac{1}{12}$ ihrer Bahn, alſo um 30°, entfernter iſt, um $\frac{1}{12}$ ihrer eigenen Umdrehung, alſo um 2 Stunden ſpäter, und für jeden ſpäteren Monat um 2 Stunden früher anſetzt. Man hat alſo die nämliche Anſicht, welche für das Herbſt-Aequinoctium entworfen iſt, in allen 3 Monaten vom Auguſt bis October, wenn man die Beobachtungsſtunden wählt, welche in der Attica der Zeichnung angegeben ſind. Auch paſſen dieſelben für dieſe Jahreszeit vortrefflich, weil der Auguſt wegen der ſpäten Dämmerung ohnehin keine viel frühere Beobachtung erlaubt, die verkürzten Tage des Octobers aber dieſelbe auch ſchon um 6 Uhr möglich machen. Da die Differenz für den ganzen Monat 2 Stunden ausmacht, ſo beträgt ſie für den halben 1 Stunde und für eine Woche ungefähr ½ Stunde.

Weil die Erde links auf ihrer Bahn fortſchreitet, und daher die mitternächtliche Culmination der Sterne von der Rechten zur Linken auf einander folgt, ſo werden die Grade der Rectaſcenſion in eben dieſer Reihenfolge oder Ordnung, alſo links gezählt. Sie gehen daher auf Figur **A** von dem Frühlingspunkte, wo der Kreis ſich mit 360° ſchließt, links bis 120° im Nordpunkte, fangen in Figur **B** in dem daran ſtoßenden Nordpunkte natürlich mit der nämlichen Zahl an und endigen links mit 300° im Südpunkte, beginnen damit in dem nämlichen Südpunkte auf Figur **A**, und gehen auch hier wieder links bis zum Schluſſe des Cirkels im Frühlingspunkte.

Der Meridian des Frühlingspunktes erreicht, wie ſoeben bemerkt iſt, im Herbſt-Aequinoctium, am 23. September, alſo in der zweiten Hälfte

des neunten Monats (vom Januar an gerechnet), ſeine mitternächtliche Culmination. Daher iſt er am Aequator mit der römiſchen Ziffer IX bezeichnet. Links von da folgen die Ziffern X, XI, XII und I, dann auf Figur B von dem rechten Ende des Aequators an ebenfalls links die Ziffern I bis VII und endlich wieder auf A noch VII und VIII. Da nun dieſe Ziffern die Namen der Monate in ihrer Reihenfolge vom Januar bis December andeuten; ſo erſieht man aus denſelben ſogleich, in welchem Monate alle auf einem Meridiane und in deſſen Nachbarſchaft befindlichen Sterne um Mitternacht im Orts-Meridian ſtehen oder culminiren, z. B. im April, wenn die Ziffer IV, im November, wenn die Ziffer XI neben dem Meridiane am Aequator ſteht. Nur muß bemerkt werden, daß, wie im September, ſo auch in den übrigen Monaten, die angegebene Culminationszeit in die zweite Hälfte des betreffenden Monats fällt und daſelbſt zwiſchen dem neunzehnten und dreiundzwanzigſten variirt, indem dieſe Differenz theils von der verſchiedenen Länge der Monate, theils von der ungleichen Winkelbewegung der Erde auf ihrer excentriſchen oder vielmehr elliptiſchen Bahn, d. h. von dem ungleichen Winkel, den die Radien ihrer Bahnbewegungen von gleicher Zeitlänge auf verſchiedenen Punkten ihrer elliptiſchen Bahn bilden, herrührt. Denn in der Sonnennähe müſſen die Punkte, in welchen ſich die Erde nach einer gewiſſen Zeit befindet, von der Sonne aus betrachtet (heliocentriſch), einen größern Winkel bilden, als in der Sonnenferne, wie jede Bewegung in unſerer Nähe uns eben dadurch merklicher wird, als in der Ferne. Dazu kommt noch, daß die Bahnbewegung der Erde in der Sonnennähe beſchleunigt wird, ſie alſo auch wirklich in gleicher Zeit ein größeres Bogenſtück durchläuft, alſo beide Urſachen zuſammenwirken, um die Winkelbewegung zu vergrößern. Eine gleiche Winkelbewegung muß alſo in der Sonnennähe eine kürzere Zeit erfordern, als in der Sonnenferne. Daher ſind unſer Herbſt und Winter zuſammengenommen 7¾ Tage kürzer als das Sommerſemeſter, und es muß alſo durchſchnittlich auch auf jeden der 6 Wintermonate reichlich ein Tag weniger kommen.

Außer den bisher erklärten Linien mußte aber auch die Lage der Ekliptik, d. h. des Bogens am Himmel gezeichnet werden, der durch die erweiterte Ebene der Erdbahn beſchrieben wird, und in welchem daher die Sonne während der verſchiedenen Jahreszeiten ſich zu bewegen ſcheint. Dieſer Bogen würde mit dem Himmels-Aequator zuſammenfallen, wenn die Erd-Axe ſenkrecht auf ihrer Bahn ſtände, alſo die Ebene derſelben mit der Ebene ihres Aequators in einerlei Richtung läge. Da aber die Erd-Axe 66½° gegen ihre Bahn geneigt iſt, ſo weicht die Ebene ihres Aequators, folglich auch des Himmels-Aequators, 23½° von der Ekliptik ab, in welcher die Sonne ſich zu bewegen ſcheint. Dieſes wird man ſich leicht klar machen, wenn man irgend eine mit den Polen und dem Aequator bezeichnete Kugel Abends um eine brennende Kerze in der Horizontal-

Ebene derſelben und zwar in der gehörigen Neigung der Axe gegen jene Ebene und mit unveränderter Richtung der Axe herumführt. Beobachtet man dann die Grenze der von der Kerze (welche hier die Sonne vorſtellt) ausgehenden Erleuchtung, ſo wird man ſehen, daß der Mittelpunkt derſelben, alſo die Richtung der Sonne, im Sommer der nördlichen Halbkugel 23½° oberhalb, in deren Winter hingegen 23½° unterhalb des Aequators ſteht, eben daher aber auch die Grenze ihrer Erleuchtung in jenem Sommer 23½° über den Nord-Pol hinausreicht, im Winter aber 23½° von demſelben entfernt bleibt. Im ſcheinbaren Fortſchreiten der Sonne von dieſen Solſtitialpunkten (d. h. Sonnenſtillſtandspunkten, weil die Sonne auf ihrem ſcheinbaren Fortrücken gegen die Pole eine Weile ſtill zu ſtehen und dann wieder ſich dem Aequator zu nähern ſcheint, daher jene Punkte auch die Sonnenwendepunkte heißen) nähert ſich der Erleuchtungsmittelpunt dem Aequator, bis er in einer der beiden Nachtgleichen auf denſelben fällt, und dann auf die entgegengeſetzte Seite übergeht. Die Folge davon iſt, daß im Winter-Solſtitium am Mittage die Sonne in der Ekliptik niedrig, um Mitternacht aber die Sterne der Ekliptik hoch über dem Horizonte ſtehen, im Sommer aber der umgekehrte Fall eintritt. In den Aequinoctien oder Nachtgleichen dagegen ſteigen die Sonne und die Sterne der Ekliptik zu gleicher Höhe über den Horizont.

Dieſes fällt nun auch bei einer Vergleichung der beiden Tafeln I. und II. deutlich in die Augen. Bezöge die erſtere (Tafel I.) während des Herbſt-Aequinoctiums ſich auf 6 Uhr Abends als Beobachtungszeit, ſo würde die Ekliptik im Beobachtungspunkte den Aequator ſchneiden und von da rechts unter demſelben bis zu 23½° ſüdl. Decl. gehen, links aber eben ſo hoch über dem Aequator am Rande von Figur **A** endigen. Weil aber die Beobachtungszeit wegen der Dämmerung um 2 Stunden verſpätet ward, ſo iſt jener Durchſchnittspunkt ſchon um $1/12$ Tag = 30° rechts fortgerückt, daher die ſüdliche Abweichung der Ekliptik vom Aequator auf Figur **A** nur bis 20° geht, und erſt auf Figur **B** bei dem Meridiane von 270° Rectaſc. die volle Abweichung von 23½° erreicht; wogegen die nördliche Abweichung ſchon auf Figur **A** links bei 90° Rectaſc. zu ihrem Maximum gelangt und am Rande wieder bis 20° nördl. Decl. herabgeſunken iſt, und ihren Durchſchnittspunkt im Aequator (ihren Knotenpunkt) auf Figur **B** unterhalb des Aequators bei 180° Rectaſc. findet. Ganz anders aber iſt es auf Tafel II. Wäre hier für das Winter-Solſtitium am 22. December die Beobachtungszeit auf 6 Uhr angeſetzt, ſo würde 23½° über dem Beobachtungspunkte auf dem mittlern Meridian ſich das Maximum der nördlichen Abweichung gefunden haben. Es iſt aber ſchon um 30° rechts fortgerückt, weil die Beobachtung ebenfalls um 2 Stunden verſpätet iſt, welches hier nicht wegen der Dämmerung, ſondern wegen der Uebereín-

ſtimmung mit Tafel I. nöthig war. Von da ſinkt die Ekliptik bis zum Orts-Meridian ſchon gegen den zehnten Grad nördlicher Declination herab, fährt aber doch wegen der ſchrägen Lage des Aequators noch immer fort, ſich über dem Horizonte zu erheben, wogegen ſie auf der Untergangsſeite D noch ſteiler zum Horizonte hinabgeht, als ſie auf der Aufgangsſeite aus demſelben emporgeſtiegen war.

Bekanntlich ſind die Punkte der Ekliptik, wo die Sonne in jedem Monate, alſo von 30 zu 30 Graden, ſteht, ſchon vor dritthalbtauſend Jahren nach 12 in derſelben befindlichen Sternbildern benennt, welche ihre Namen größtentheils von Thieren erhalten haben, daher der Gürtel um die Ekliptik, in welcher dieſe 12 Himmelszeichen ſich befinden, der Thierkreis (Zodiacus) genannt wird. Die für dieſe Sternbilder eingeführten Zeichen, welche zugleich die Zeichen der Monate ſind, zu denen ſie gehören, habe ich längs der Ekliptik bei den Meridianen des Eintritts der Sonne in dieſes Zeichen hinzugefügt. Weil ſie nun nicht zugleich mit der Sonne geſehen werden können, ſo ſind ſie in den Monaten, welche ihr Zeichen führen, unſichtbar, und würden ihre mitternächtliche Culmination, wo ſie am ſichtbarſten ſind, gerade 6 Monate ſpäter haben, wenn nicht ein Umſtand, an den man anfangs gar nicht dachte, im Laufe von Jahrtauſenden eine große Veränderung bewirkt hätte. Dieſes iſt die Präceſſion der Nachtgleichen.

Als man nämlich anfing, die Grade des Aequators (der Rectaſcenſion) und der Ekliptik (der Länge) vom Frühlingspunkte an links herumzuzählen und die Abtheilungen von 30 zu 30 Graden nach den ihnen zunächſt ſtehenden Sternbildern zu benennen, hielt man den Frühlingspunkt für einen unveränderlich im Raume feſtſtehenden Platz. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß er dieſes nicht iſt, ſondern in einer zwar langſamen aber ununterbrochen fortſchreitenden Bewegung zur Rechten, alſo gegen die Ordnung der Himmelszeichen, ſich befinde. Dieſe beträgt jährlich 50,22 oder faſt 50¼ Secunden, folglich in 71½ Jahren einen Grad, und in 2500 Jahren faſt 35 Grad. Um ſo viel haben alſo der Frühlingspunkt und mit ihm alle Abtheilungen des Thierkreiſes ſich ſchon rechts von den Sternbildern entfernt, die ihnen den Namen gaben, ſo daß das Zeichen des Widders bei den Fiſchen, das Zeichen des Stiers beim Widder u. ſ. w. ſteht. Um dieſes für den Gebrauch der Tafeln deutlicher zu machen, laſſe ich eine Tabelle folgen, welche das hierher Gehörige zur Ueberſicht bringt:

Ordnung der Himmelszeichen	Darſtellungszeichen	Deutſche Namen	Lateiniſche Namen	Eintritt d. Sonne ins Zeichen		Zeit der mitternächtlichen Culmination
				Ort der Ekliptik	Zeit des Jahres	
1	♈	Widder	Aries	360°	März 21.	Sept. 23.
2	♉	Stier	Taurus	30°	April 20.	Oct. 23.
3	♊	Zwillinge	Gemini	60°	Mai 21.	Nov. 22.
4	♋	Krebs	Cancer	90°	Juni 21.	Dec. 22.
5	♌	Löwe	Leo	120°	Juli 23.	Jan. 21.
6	♍	Jungfrau	Virgo	150°	Aug. 23.	Febr. 19.
7	♎	Wage	Libra	180°	Sept. 23.	März 21.
8	♏	Scorpion	Scorpius	210°	Oct. 23.	April 20.
9	♐	Schütze	Sagittarius	240°	Nov. 22.	Mai 21.
10	♑	Steinbock	Capricornus	270°	Dec. 22.	Juni 21.
11	♒	Waſſerman	Aquarius	300°	Jan. 21.	Juli 23.
12	♓	Fiſche	Pisces	330°	Febr. 19.	Aug. 23.

Vergleicht man nun die letzte Columne mit den auf den Tafeln bei der Ekliptik angegebenen Zeichen, ſo wird man dieſe ſo wenig mit den am Aequator hinzugefügten Zeiten der mitternächtlichen Culmination als mit den wirklichen Sternbildern in Uebereinſtimmung finden, aber auch einſehen, daß dieſes kein Verſehen der Zeichnung, ſondern eine Folge des wirklich exiſtirenden Verhältniſſes iſt, nach welchem die Himmelszeichen immer reichlich 30° rechts von dem Sternbilde ſtehen, von welchem ſie den Namen haben und zu welchem ſie einſt wirklich gehörten. Da nun die Rectaſcenſionen des Aequators, ſowie die Längen der Ekliptik von einem Punkte ausgehen, der ſich jährlich verändert, ſo ſieht man leicht, daß alle Sternverzeichniſſe und Sternkarten nur in Anſehung der Declination und Breite ſich gleich bleiben, in Anſehung der Rectaſcenſion und Länge aber, genau genommen, nur für das Jahr gelten, für welches ſie gearbeitet ſind, und daher für die genauen Arbeiten der Aſtronomen einer unaufhörlichen Reduction bedürfen. Aber die jährliche Veränderung iſt ſo gering, daß ſie für die Zwecke der Liebhaber erſt nach vielen Jahren von einiger Erheblichkeit wird. Auch pflegte man früher ihren Betrag nur nach einem Zeitraume von 100 Jahren zu berechnen, daher er wie andere ähnliche Veränderungen unter dem allgemeinen Namen der Säcular-Aenderungen begriffen wird.

Auf den vier Abbildungen der ſüdlichen Hemiſphäre findet man außer den Parallelkreiſen von 30 zu 30 Graden noch einen beſondern für den vierzigſten Grad ſüdl. Decl. hinzugefügt. Dieſes iſt geſchehen, um die Grenze der Sichtbarkeit für 50° N. Br. augenfällig zu machen. Alle Sterne nördlich von dieſem Bogen können nämlich wenigſtens bis in den Horizont kommen und durch die Strahlenbrechung noch

ein wenig über denſelben erhoben werden, aber ſie werden durch die Dünſte am Horizonte ſo ſehr verdunkelt, daß dieſe äußerſte Grenze wenig zur Beoachtung geeignet iſt. Sie gilt zunächſt für den Strich von Europa, auf welchem die Spitze von Cornwall, Dieppe, Amiens, Mainz, Bamberg, Prag, Krakau, Lemberg, Kiow und Charkow liegen; aber zu beiden Seiten deſſelben iſt bis auf einige Grade der Unterſchied für die Zwecke des Liebhabers faſt unmerklich. Für die Bewohner von 45°, z. B. in Bordeaux, Grenoble, Turin, Parma, Belgrad, Braila, Sewaſtopol und Stawropol weicht dieſe Grenze um 5° gegen den Süd-Pol zurück; für die Bewohner von 55° hingegen nähert ſie ſich um eben ſo viel dem Aequator. Auf der Parallele von Bergen, Chriſtiania, Stockholm und Petersburg zieht ſie ſich bis zu 30° ſüdl. Decl. zurück, wogegen ſie ſich auf der Parallele von New-York, Madrid, Neapel, Konſtantinopel, Eriwan, Bukhara und Peking bis gegen 50° ſüdl. Decl. erweitert.

Obgleich jedoch Tafel I., wie die Ueberſchrift ausweiſt, zunächſt für die drei Monate um die Zeit des Herbſt-Aequinoctiums beſtimmt iſt; ſo bedurfte es doch keiner beſondern Darſtellung für das Frühlings-Aequinoctium, denn jene ließ ſich blos durch eine veränderte Stellung ſo einrichten, daß ſie auch für dieſes nebſt den benachbarten Monaten brauchbar ward. Wendet man ſie nämlich dergeſtalt zur Seite, daß die rechte Seite derſelben nach oben gekehrt iſt, und betrachtet die zu dieſem Zwecke gezogene zerſtückelte Linie als den Horizont für die neue Anſicht: ſo hat man in der früheren Untergangsſeite jetzt die Aufgangsſeite, alſo, wie der Pol es fordert, links den Nordpunkt, rechts den Südpunkt an dem neuen Horizonte, während man den früheren Horizont als verſchwunden denkt. Alsdann hat man die Abend-Anſicht des öſtlichen Himmels für die Monate Februar, März und April zu den Beobachtungszeiten, welche in der Seiten-Ueberſchrift angegeben und bis Anfang Aprils vollkommen paſſend ſind, im Laufe dieſes Monats aber wegen der verſpäteten Dämmerung nicht mehr genau eingehalten werden können. Wer jedoch durch die früheren Beobachtungen ſchon hinreichend mit dem Himmel und deſſen allmäligen Veränderungen bekannt geworden iſt, der wird durch die kleinen Unterſchiede, welche bis zu einer etwas verſpäteten Beobachtungszeit eingetreten ſind, ſich nicht mehr irre machen laſſen.

Ebenſo verhält es ſich auf Tafel I. mit Figur A, wenn man ſie ſo wendet, daß man auch hier die Seiten-Ueberſchrift über derſelben hat und die zerſtückelte Linie als den neuen Horizont betrachtet. Hier iſt dann ebenfalls die frühere Aufgangsſeite in ihr Gegentheil als Untergangsſeite verwandelt, und kann als ſolche zu den angegebenen Beobachtungszeiten für den weſtlichen Sternhimmel angewendet werden.

Beide Tafeln enthalten, wie auch die Haupt-Ueberſchrift bezeugt, Abend-Anſichten für die angegebenen Beobachtungszeiten. Auch wäre es in der That ſehr unbillig, von den Liebhabern der Sternkunde **Morgen**-

Beobachtungen zu verlangen. Denn die Lebensweiſe der meiſten Menſchen, zumal in den gebildeten Ständen, erlaubt es ihnen nur ſelten, den Sternhimmel vor der Morgendämmerung zu betrachten. Dennoch dürfen die Morgen-Anſichten nicht unerwähnt bleiben, theils weil auch diejenigen berückſichtigt werden müſſen, welche als Reiſende, Seefahrer u. a. m. in ſpäter Nacht und am frühen Morgen in Thätigkeit ſind, theils weil es für einige der ſüdlichen Sternbilder, beſonders diejenigen, welche zwiſchen Scorpion und Waſſermann, alſo zwiſchen 210 und 300° der Rectaſcenſion liegen, kaum eine andere bequeme Beobachtungszeit gibt, als in den Morgenſtunden der Wintermonate, in denen man auch nicht übermäßig früh das Lager zu verlaſſen braucht, um der Morgendämmerung zuvorzukommen. Beſonders gilt dieſes von den höheren Breiten der Erde, unter denen durch die hellen Nächte während einer Zeit von mehreren Monaten die Beobachtungen mehr oder weniger ganz unterbrochen werden, alſo alle Geſtirne, welche während derſelben nur kurze Zeit über dem Horizonte verweilen, entweder gar nicht, oder doch nur ſehr unvollſtändig wahrgenommen werden können. Hier bleibt alſo für diejenigen, welche ſie zu ſehen wünſchen, nichts Anderes übrig, als ſie zur entgegengeſetzten Jahreszeit am Morgenhimmel vor dem Eintritte der Dämmerung aufzuſuchen.

Da nämlich 6 Uhr Abends und 6 Uhr Morgens eine halbe Rotation oder Umdrehung der Erde zwiſchen ſich haben und die Erde in 6 Monaten ihren halben Umlauf vollendet: ſo müſſen die Geſtirne nach 6 Monaten um 6 Uhr Morgens den nämlichen Stand gegen die Erde haben, den ſie 6 Monate früher um 6 Uhr Abends hatten. Will man alſo den Sand der Geſtirne in der Morgenſtunde kennen lernen, ſo braucht man nur zu unterſuchen, welchen Stand ſie in den entſprechenden Beobachtungsſtunden 6 Monate früher hatten. Daher iſt jede der beiden Tafeln mit ſehr geringen Reductionen auch für die Morgen-Beobachtungen der nämlichen Jahreszeiten brauchbar, für welche ſie die Abend-Anſichten darbieten. Will man nämlich um die Zeit des Herbſt-Aequinoctiums den Morgen benutzen, ſo braucht man nur die Abend-Anſicht des F r ü h l i n g s - A e q u i n o c t i u m s vor ſich zu nehmen. Die einzige Schwierigkeit beſteht darin, daß um 8 Uhr Morgens der Glanz der Sonne jede Sternbeobachtung unmöglich macht, ja, daß man wegen der Dämmerung faſt bis 4 Uhr Morgens zurückgehen muß. Dieſe 4 Stunden machen es aber nöthig, daß man die Meridiane in Gedanken um 60° links verſetze, alſo den von 150° Rectaſc. zum mittlern mache und darnach den Stand aller übrigen Geſtirne beurtheile. In dieſem Falle wird man alſo, da 4 Stunden einer Differenz von 2 Monaten gleich ſind und am Ende Januars die Beobachtungszeit auf 6 Uhr fällt, alſo nur um 2 Stunden abweicht, es ſich bequemer machen, wenn man das Winter-Solſtitium auf Tafel II. zum Wegweiſer wählt. Hier ſteht der Meridian von 150° zu-

nächſt links vom mittleren; es iſt alſo äußerſt leicht, jenen in Gedanken an dieſen zu ſetzen und darnach die kleinen Veränderungen zu reguliren, welche dieſe Verſchiebung der Meridiane hervorbringen muß.

Eben ſo verhält es ſich mit der Morgenbeobachtung beim Frühlings-Aequinoctium. Auch hier kann man die Abend-Anſicht für das Herbſt-Aequinoctium gebrauchen, wenn man den zweiten Meridian rechts vom mittlern, alſo den von 330° Rectaſc., an die Stelle des letztern zurück verſetzt. Da man aber den nämlichen Meridian auch auf der Abend-Anſicht des Sommer-Solſtitiums Tafel II. gleich links vom mittlern Meridian findet, ſo wird dieſe einen bequemeren Gebrauch gewähren.

Dagegen verurſacht die Morgenbeobachtung im Winter-Solſtitium faſt gar keine Schwierigkeit, weil in den höheren Breiten dieſelbe bis 7 Uhr Morgens möglich iſt, die Beobachtungszeit alſo nur um 1 Stunde = 15° zurückgeht, folglich auf der für ſie zu gebrauchenden Abend-Anſicht des Sommer-Solſtitiums eine ſo geringe Veränderung durch Zurückſchiebung eines halben Zwiſchenraums zwiſchen 2 Meridianen nöthig macht, daß durch dieſelbe diejenigen, welche ſich ſchon einige Bekanntſchaft mit dem Sternhimmel erworben haben, unmöglich geſtört werden können. Dieſes iſt aber gerade diejenige Zeit, in welcher, zumal in höheren Breiten, die Morgenbeobachtungen auch für diejenigen, welche ſie ſonſt nicht lieben, zu einem faſt unerläßlichen, aber auch am leichteſten zu befriedigenden Bedürfniſſe werden, wenn ſie mit dem zur Zeit des Sommer-Solſtitiums ihnen ganz unſichtbaren Himmel ſich durch eigene Anſicht bekannt machen wollen. Denn zu dieſer Zeit ſind ihnen wegen der hellen Nächte weder Abend- noch Morgen-Anſichten möglich, daher ich über die letzten dasjenige, was ſich ohnehin aus dem ſchon Geſagten leicht ergiebt, nicht noch beſonders hinzufüge.

Gerade der Nutzen, den die Abend-Anſichten des Sommer-Solſtitiums für die Morgenbeobachtungen im Winter gewähren, war einer der Hauptgründe, welche mich bewogen, außer der erſten auch die zweite Tafel auszuarbeiten. Denn für durchaus unentbehrlich konnte ich die letztere nicht halten, da ſchon die erſte alle Sternbilder enthält, welche mir den Liebhabern wichtig und intereſſant ſchienen, und es ihnen bei ſorgfältiger Benutzung und eigenem Nachdenken wohl möglich geweſen wäre, ſich ohne weitere Hülfe in die Veränderungen des Standes und der Stellungen zu finden, welche die verſchiedenen Jahrszeiten mit ſich bringen. Auch wäre ich gern der Mühe und des Zeitverluſtes bei einer doppelten Zeichnung überhoben geweſen. Dennoch entſchloß ich mich zu derſelben, weil ich darin eine ungemeine Erleichterung für die Liebhaber zu finden glaubte. Denn außer dem ſchon angeführten Grunde fand ich einen großen Vortheil darin, daß es durch dieſe Zugabe möglich ward, den Liebhabern ſchon auf ihrem Zimmer das vollſtändige Bild der Anſicht zu geben, wel-

che der Sternhimmel ihnen in jedem Monate, ja faſt an jedem Tage des Jahrs zu einer beſtimmten Stunde des Abends oder Morgens darbieten wird. Nicht weniger wichtig ſchien es mir, durch die Vergleichung beider Tafeln den Liebhabern Gelegenheit zu geben, ſich bereits auf dem Papiere mit den Veränderungen bekannt zu machen, welche der Stand und die Stellung der Sternbilder in den verſchiedenen Jahreszeiten erfahren, und die ſich ſchon an jedem Abende im Laufe der Stunden wiederholen, indem 6 Stunden die nämliche Veränderung hervorbringen, wie 3 Monate gegen die nämliche Beobachtungszeit. Auch konnten jetzt diejenigen Sternbilder, welche auf der einen Tafel zerſchnitten werden mußten, oder in einer unbequemen Stellung erſchienen, auf der andern paſſender und deutlicher dargeſtellt werden.

Endlich habe ich noch über die Wahl der Sternbilder und die Art ihrer Darſtellung einige Worte hinzuzufügen.

Daß von dem zahlloſen Heere der Sterne nur eine kleine Zahl ausgewählt werden mußte, wenn auf dem kleinen ſchon durch manche nothwendige Linien und Zeichen beengten Raume der Deutlichkeit nicht geſchadet werden ſollte, verſteht ſich von ſelbſt. Indeß wird man von den Sternen erſter, zweiter und dritter Größe nicht leicht einen vermiſſen, von den Sternen vierter und fünfter Größe wurden nur diejenigen gezeichnet, welche zur Configuration der Sternbilder nothwendig ſchienen oder ſonſt eine beſondere Merkwürdigkeit darboten. Auch einige der neuern Sternbilder, welche bloß aus Sternen vierter und geringerer Größe beſtehen und ſchwer zu erkennen ſind, wurden ganz weggelaſſen. Dennoch ſind auf Tafel I. 82 Sternbilder zur Anſchauung gebracht. Auf der Tafel II. wurden einige der unbedeutendſten abſichtlich weggelaſſen.

Ueber die Wahl der Sternzeichen war ich eine Zeitlang ungewiß, ob ich der neuern Methode, welche die Sterne blos durch kleinere und größere Puncte andeutet und auch von Herrn Prof. Argelander in ſeinem vortrefflichen Himmels-Atlas angewendet iſt, folgen, oder die ältere Darſtellungsweiſe beibehalten ſollte. Zuletzt entſchied ich mich für die letztere, theils, weil das unbewaffnete Auge, für welches dieſe Abendanſichten eigentlich beſtimmt ſind, die Sterne als ſtrahlende Puncte von verſchiedener Größe ſieht, theils weil der Unterſchied der ſcheinbaren Größe, oder richtiger der Helligkeit, ſo wenig er ſich auch genau und ohne Widerrede beſtimmen läßt, doch für die Erkennung der Sterne und Sternbilder nicht unwichtig iſt, und durch die verſchiedene Form der Sternzeichen ſich leichter erkennbar machen läßt, als durch die verſchiedene Größe der Puncte. Doch ſuchte ich dieſe Zeichen ſo klein zu halten, als die Deutlichkeit es irgend zuließ, damit das unvermeidliche Mißverhältniß zwiſchen ihrer Größe und dem Zwiſchenraume zwiſchen ihnen ſo viel verhütet werde, als es ſich thun ließ.

Da die Figuren der Sternbilder ſehr ſelten mit der Zuſammenſtel-

lung der Sterne einige Aehnlichkeit haben, und außerdem auf dem kleinen Raume nur Verwirrung angerichtet hätten, ſo habe ich ſie ganz weggelaſſen, und mich mit einem bloßen Alignement begnügt, indem ich bei einem Bilde die Hauptſterne durch ausgezogene und die übrigen durch punctirte Linien mit einander verband. Sind ſie nach dieſer Configuration dem Liebhaber erſt bekannt geworden, dann wird er leicht nach ſolchen Sternkarten, auf denen die Figuren der Bilder ausgezeichnet ſind, die einzelnen Sterne in die Theile der Figuren einreihen können, welches freilich zu empfehlen iſt, weil ihre Stelle noch ſehr häufig nach denſelben angegeben wird. Solche Karten giebt es aber in hinreichender Menge, und da „Riedigs kleiner Himmels-Atlas in 20 Blättern nach den großen Bodenſchen Sternkarten, Leipzig bei Schreibers Erben," ungeachtet ſeiner ungemein ſaubern Zeichnung und bequemen Einrichtung, die ihn als Taſchenbuch gebrauchen läßt, zu dem faſt unglaublich billigen Preiſe von ¼ Rthl. zu haben iſt, ſo glaube ich die Anſchaffung deſſelben jedem Liebhaber der Sternkunde zumuthen zu dürfen, und habe daher bei der folgenden Beſchreibung der Sternbilder mich auf denſelben durch den Buchſtaben R. mit der römiſchen Ziffer bezogen, durch welche die einzelnen Blätter unterſchieden ſind. Auf dieſen findet man auch die von Bayer im ſiebenzehnten Jahrhunderte eingeführte, noch jetzt gebräuchliche Bezeichnung der einzelnen Sterne durch Buchſtaben, zunächſt des griechiſchen und dann des lateiniſchen Alphabeths, auf welche ich oft verzichten mußte, weil ſie der Deutlichkeit der Darſtellung häufig zu viel Eintrag gethan hätte.

Doch füge ich für diejenigen, denen das griechiſche Alphabeth nicht anderweitig bekannt ſein möchte, daſſelbe hier nach Reihenfolge, Figur, Namen und Lautbedeutung hinzu:

1	α	Alpha = a	9	ι	Jota = i	17	ϱ	Rho = r
2	β	Betha = b	10	ϰ	Kappa = k	18	σ	Sigma = s
3	γ	Gamma = g	11	λ	Lamda = l	19	τ	Tau = t
4	δ	Delta = d	12	μ	Mi = m	20	υ	Ypsilon = ü
5	ε	Epsilon = e	13	ν	Ni = n	21	φ	Phi = ph oder f
6	ζ	Zèta = z	14	ξ	Xi = x	22	χ	Chi = ch
7	η	Èta = è	15	ο	Omikron = ŏ	23	ψ	Psi = ps
8	ϑ	Thèta = th	16	π	Pi = p	24	ω	Omega = ō

Dagegen habe ich die eigenthümlichen, größtentheils aus dem Arabiſchen herſtammenden Namen der Sterne erſter, und einiger zweiter Größe, welche letzteren vormals glänzender als jetzt geweſen zu ſein ſcheinen, ſo viel der Platz es erlaubte, angegeben, weil es die Orientirung erleichtert, wenn man ſie auch nach ihrem beſondern Namen kennt.

2*

Für die eigentlichen Aſtronomen haben alle jene Bezeichnungen weniger Intereſſe, weil ſie ſich ſtatt derſelben der bloßen Zahlzeichen 1, 2, 3, u. ſ. w. bedienen, unter welchen ſie in den Stern-Verzeichniſſen oder Catalogen nach ihren genaueſten Rectaſcenſionen und Declinationen, wie ſie keine Sternkarte anzugeben vermag, aufgeführt ſind. Dieſes iſt z. B. bei dem berühmten Sterne 61 des Schwans der Fall, deſſen Parallaxe und Entfernung in den letzten Jahren gefunden iſt.

Zweites Kapitel.

Aſtrographie, oder Beſchreibung der Sternbilder, welche auf Tafel I. u. II. dargeſtellt ſind.

Indem ich jetzt zur Beſchreibung der Sternbilder übergehe, welche auf jeder der beiden Tafeln in den Abend-Anſichten des Sternhimmels zu den verſchiedenen Jahres- und Tageszeiten auſchaulich gemacht werden ſollen, iſt es meine Abſicht, bei jedem Sternbilde Alles zuſammenzufaſſen, was nach meiner Anſicht den Liebhaber intereſſiren könnte. Daher habe ich zuerſt zu den deutſchen Namen auch die lateiniſchen hinzugefügt, damit die dieſer Sprache etwa nicht kundigen Leſer nicht in Ungewißheit bleiben, wenn ſie, wie es häufig in aſtronomiſchen Schriften geſchieht, die lateiniſchen Benennungen antreffen, wobei die Bemerkung hinreichen wird, daß bei denſelben die Endung us im Genitiv in i, a in ae, es in is und o in onis verwandelt wird. Dann habe ich auf die mythologiſche oder hiſtoriſche Bedeutung der Namen, welche auf Sternbilder oder einzelne Sterne übertragen ſind, Rückſicht genommen, die Hauptſterne nach ihrer Zahl, Größe, Configuration und Stellung in den Bildern, von denen ſie den Namen haben, mit beſtändiger Hinweiſung auf Riedig's kleinen Atlas angegeben, und die vorzüglichſten Merkwürdigkeiten berichtet, welche von den Aſtronomen bei einzelnen, beſonders den veränderlichen Sternen und bei Doppelſternen, Sternhaufen und Nebelflecken beobachtet ſind.

Die Doppelſterne und mehrfachen Sterne ſind bekanntlich ſolche, welche ſich dem guten fernſichtigen Auge nur als einfache Sterne darſtellen und erſt in Fernröhren als mehrfach erkannt werden können. Die Entfernung, welche dazu erfordert wird, iſt nicht überall und in allen Fällen gleich. Bei der durchſichtigen Luft tropiſcher Klimate iſt die Unterſcheidung bei einem kleinern Abſtande möglich, als in der unſrigen,

aber auch dann, wenn keiner der nahen Sterne einen bedeutenden Glanz hat, durch den das Auge für die Wahrnehmung des nebenſtehenden geblendet wird. So iſt ein Doppelſtern von 11 Bogen-Minuten-Abſtand, den die Araber kannten, doch bei uns nicht als ſolcher wahrnehmbar, weil der Nebenſtern zu glänzend iſt, während andere, wo dieſes nicht der Fall iſt, bei 6½ Min. Abſtand auch bei uns noch unterſchieden werden können. Seitdem aber die Fernröhre angewendet wurden, bemerkte man, daß mehrere Sterne, welche das unbewaffnete Auge für einfache gehalten hatte, ſich in mehrere trennten. Doch hielt man dieſelben anfangs ſämmtlich für optiſche Doppelſterne, d. h. für ſolche, deren ſcheinbare Nähe, ungeachtet ſie weit hinter einander ſtänden, nur daher rührte, daß die zu ihnen gehenden Geſichtslinien nahe zuſammenfielen. Auch hatte ſchon der Miterfinder der Fernröhre, der berühmte und von der päpſtlichen Inquiſition verfolgte Galilei († 1642) den ſcharfſinnigen, erſt in unſerer Zeit ausgeführten Gedanken, daß bei dieſer Annahme die kleinſte Veränderung ihres Abſtandes von einander während des jährlichen Umlaufs der Erde wahrnehmbar werden und dadurch zur Entdeckung der Parallaxe des näheren Sterns führen müſſe, wodurch eine Berechnung ſeiner Entfernung von der Erde möglich würde. Erſt Tobias Mayer, Prof. der Aſtron. in Göttingen, bemerkte gegen das letzte Viertel des vorigen Jahrhunderts an einigen dieſer Doppelſterne eigenthümliche Bewegungen, welche auf eine phyſiſche Verbindung derſelben hindeuteten, und nun brachten des ältern Herſchels Beobachtungen mit dem von ihm geſchaffenen Rieſen-Teleſcope und ſein durchdringender Geiſt ſeit 1776 dieſen Theil der Sternkunde ins Klare; daß nämlich der größere Theil der Doppelſterne in einer ähnlichen phyſiſchen Verbindung ſtehe, wie die Sonne mit ihren Planeten und dieſe mit ihren Trabanten. Er maß bis 1783 eine Zahl von 450 Doppelſternen von 0 bis 32 Bogen-Secunden Diſtanz, und zeigte, daß der größeſte Theil von dieſen als phyſiſch verbunden betrachtet werden müſſe. Als er 20 Jahre ſpäter eine Durchmuſterung der Doppelſterne vornahm, hatte er die Freude, ſeine Idee durch die Wahrnehmung unzweifelhafter Veränderungen beſtätigt zu finden. Zwiſchen 1819 und 1833 machte ſein Sohn, Herſchel II., mit den Inſtrumenten des Vaters ſowohl in England als am Cap neue Entdeckungen. Unterdeß hatte die Verbeſſerung der Refractoren (Glas-Fernröhre) durch Frauenhofer und Utzſchneider auch andere Aſtronomen in den Stand geſetzt, ſich mit dieſen Forſchungen zu beſchäftigen, und unter denſelben zeichnete ſich vor Allen Prof. Struve (damals Director der Sternwarte in Dorpat, jetzt auf der kaiſerl. Sternwarte Pulkova bei Petersburg) aus, der ſchon im Jahre 1827 ein Verzeichniß von 3112 Doppelſternen herausgab, welches er ſeitdem durch ſeine und ſeines Sohnes unermüdete Beobachtungen auf der neuen mit dem vollkommenſten und größeſten Refractor von 14,93 engl. Zoll (0,386 Mètre oder 16,22 hamb. Zoll)

Durchmeſſer verſehenen Sternwarte ſehr vermehrt und vervollſtändigt hat, wie aus dem Catalogue de 514 étoiles doubles & multiples découvertes sur l'hémisphère céleste boréal par la grande lunette de l'observatoire central de Poulkova, Petersb. 1843, erhellet. Der frühere Bericht dieſes berühmten Aſtronomen über die Doppelſterne, vom Jahre 1837, giebt als Reſultat einer Wahrſcheinlichkeitsrechnung an, daß die 178 hellen Doppelſterne der beiden erſten Claſſen (von 0 bis 2 Bog.=Sec. Abſtand) ſämmtlich phyſiſche ſind, in den beiden folgenden (von 2 bis 8 Bog. Sec. Abſt.) unter 263 nur drei optiſche, in den beiden darauf folgenden (von 8 bis 16 Sec. Abſt.) unter 106 nur 9 optiſche, in den drei letzten endlich (von 16 bis 32 Bog.=Sec. Abſt.) unter 106 ſchon 36 optiſche ſich finden; in allen zuſammengenommen aber nur jeder dreizehnte Stern ein optiſcher, alle übrigen aber phyſiſche ſind; ja, daß ſelbſt da, wo hellere Sterne mit ſchwachen Begleitern zuſammenſtehen, bis zu 12 Secunden=Abſtand die phyſiſchen Doppelſterne noch bei weitem die Mehrzahl ausmachen, in den beiden erſten Claſſen aber von 0 bis 2 Sec.=Abſt. alle für phyſiſche Doppelſterne zu halten ſind. Auch hat die Vergleichung der Herſchelſchen Stellungen mit den bis zum J. 1837 beobachteten ſchon ergeben, daß bei 58 Doppelſternen die Stellungs=Veränderung gewiß, bei 39 wahrſcheinlich und bei 66 wenigſtens angedeutet iſt. Ja von 4 Doppelſternen ſind die Umlaufszeiten bereits genau bekannt, weil ſie ſeit Herſchels Zeit ihren Umlauf ſchon ganz oder nahezu vollendet haben, und betragen zwiſchen 43 und 80 Jahre. Bei 3 andern Doppelſternen laſſen ſie ſich nach den bisherigen Veränderungen mit ziemlicher Gewißheit berechnen, und bei dieſen betragen ſie zwiſchen 200 und 513 Jahre.

Unter Sternhaufen verſteht man eine Menge von Sternen, welche auf einem kleinen Raume des Himmels ſo dicht zuſammengedrängt erſcheinen, daß das unbewaffnete Auge die einzelnen nicht unterſcheiden, ſondern nur ihren Geſammtſchimmer wahrnehmen kann; in welchem man aber durch Hülfe der Fernröhre und Teleſcope die einzelnen glänzenden Sterne zu erkennen vermag. Ob und in welchem Grade ſolches geſchieht, dieſes hängt aber natürlich von der Stärke der Inſtrumente ab. Daher laſſen jene ſich von den Nebelflecken nur dadurch unterſcheiden, daß die letztern bisher auch ſogar in Herſchels Rieſen=Teleſcopen ſich nicht in einzelne Sterne auflöſten, ſondern bloß einen matten Schimmer behielten. Es bleibt alſo noch unentſchieden, ob man ſie, wie Herſchel und Laplace vermutheten, für einen dunſtartigen Welten=Stoff halten ſoll, der erſt in ſeiner Entwicklung begriffen iſt, oder, wie Mädler, wenigſtens bei den meiſten, es wahrſcheinlicher findet, für Sternhaufen, welche nur durch ihre unermeßliche Entfernung, aus welcher der jetzt zu unſerm Auge gelangende Lichtſtrahl ſchon vor Millionen von Jahren abgegangen iſt, der raumdurchdringenden Kraft aller bisherigen Inſtrumente trotzen. In einigen Sternhaufen zählte Herſchel mehr als tauſend Sterne

bald in einem formloſen Gewimmel, bald einer regelmäßigen Kugel ähnlich, in welcher die Sterne um ſo dichter gedrängt ſtanden, je mehr ſie ſich vom Rande dem Mittelpuncte näherten, ſo daß die Meinung ſehr nahe lag, ſie wären abgeſonderte Syſteme von Sonnen, welche ſich nach allen Richtungen um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunct bewegten. Einige der ausgezeichnetſten, zumal ſchon dem bloßen Auge und in ſchwachen Fernröhren wahrnehmbaren Sternhaufen habe ich bei den Sternbildern, wo ſie ſich finden, angeführt. Vollſtändigkeit konnte nicht die Abſicht ſein, am wenigſten für Liebhaber.

Eben ſo habe ich es mit den Nebelflecken gehalten, von deren merkwürdigen Geſtalten mir keine beſondere Tafel nöthig ſchien, weil die Liebhaber die Hauptclaſſen derſelben nach Herſchels Darſtellungen auf einer vortrefflichen Abbildung finden können, welche Littrows „Kosmologiſchen Betrachtungen in der Wiener Zeitſchrift 1821, Quartal II, S. 357 u. f. beigegeben iſt. Denn, außer den ungeheuren Nebellagern oder Wolken bis zu einer Ausdehnung von 10 Declinations-Graden finden ſich eine ſolche Menge kleinerer, von den ſeltſamſten Formen an bis zur regelmäßigen Kugelgeſtalt, daß ſie, nach einigen Berechnungen, zuſammengenommen über 150 Quadrat-Grade, alſo über $^1/_7$ der ganzen ſcheinbaren Himmels-Hohlkugel einnehmen. Unter die ſeltſamſten dort abgebildeten Geſtalten gehört eine, die einem zottigen Pelzſtiefel mit einem nadelöhrförmigen Loche in der Fußſpitze ähnlich iſt, und der große ſchon dem guten Auge ſichtbare Nebelfleck im Orion. Andere bereits regelmäßigere ſind länglicht bis zu ſchmalen faſt regelmäßigen Ellipſen, in welchen ſich bald eine dunkle Spalte, wie die Oeffnung eines ſtark zur Seite gewendeten Ringes, bald ein heller und in der Mitte vorzüglich leuchtender Streifen befindet, wodurch man an ein ſehr abgeplattetes Sphäroid erinnert wird, deſſen Aequator-Ebene der Erde zugewendet iſt, während andere in gleichen und geringen Abſtänden von den Enden der Ellipſe zwei helle Brennpuncte zeigen, welche durch eine ſchimmernde Linie verbunden ſind, ſo daß man ſich nicht enthalten kann, darin den Embryo eines künftigen Doppelſterns zu erblicken. Dann finden ſich mehr oder weniger planetariſche Scheiben, die bald am Rande, bald in der Mitte heller ſind, bis man zuletzt in der Mitte einen deutlich erkennbaren, mehr oder weniger hellen Stern wahrnimmt, der mit einer Nebelhülle umgeben iſt. Solche Sterne nennt man daher Nebelſterne. Unter dieſen finden ſich auch einige, welche mit Schweif-Kometen die vollkommenſte Aehnlichkeit haben. Wem Laplace's Hypotheſe wahrſcheinlich iſt, daß auch unſer Sonnenſyſtem ſich durch allmählige Verdichtung eines ungeheuren, anfangs weit über die Uranusbahn ausgedehnten, rotirenden und ſehr ſtark abgeplatteten Dunſt-Sphäroids gebildet habe, indem nach und nach aus der Zone ſeines Aequators die Planeten als Dunſtkugeln, und aus dieſen wieder die Trabanten in gleicher aber immer mehr ver-

dichteter Beſchaffenheit ſich abſonderten, der wird in den Nebel-Gebilden des Himmels eine Menge von Analogieen und Beſtätigungen jener Hypotheſe antreffen.

Endlich habe ich auch noch über die *veränderlichen Sterne*, deren Licht oder ſcheinbare Größe ſich nicht immer gleich bleibt, einige allgemeine Bemerkungen vorauszuſchicken. Der erſte Stern, an welchem vor drittehalb Jahrhunderten eine ſolche Veränderung entdeckt wurde, erhielt davon den Namen des *Wunderbaren* (mira), und er iſt auch noch jetzt der merkwürdigſte in dieſer Hinſicht. Doch hat man ſeitdem nicht nur gefunden, daß es noch viele andere, wenn auch nicht in ſo hohem Grade, veränderliche Sterne giebt, ſondern auch bei 15 derſelben, daß die Veränderung an genau beſtimmte Perioden gebunden iſt, und daß auch dieſe Perioden wiederum veränderlich ſind, d. h. bei einigen länger, bei andern kürzer werden, bei andern ganz aufhören. Die Urſache aller dieſer Veränderungen läßt ſich nur vermuthen. Sie kann entweder in einer Rotation des Fixſterns liegen, bei welcher er uns bald ſeine hellere, bald ſeine dunklere Seite zukehrt, und die Periode der Veränderung zeigt dann ſeine Rotationszeit an; oder darin, daß ein dunkler Weltkörper nahe in der Ebene unſerer Erdbahn ſeinen Umlauf um denſelben hat und dadurch uns eine totale oder partiale Fixſtern-Finſterniß verurſacht; oder darin, daß er durch die Rotation einer ſehr abgeplatteten linſenförmigen Geſtalt uns wechſelsweiſe bald die ſchmalere Kante, bald die breite Fläche der Linſe zukehrt. Doch haben die beiden erſten Vermuthungen, die vielleicht oft vereinigt wirken, die größeſte Wahrſcheinlichkeit für ſich. Im Ganzen iſt jedoch die Veränderlichkeit der Sterne noch nicht hinreichend unterſucht, und Herr Prof. Mädler fordert die Liebhaber auf, gerade auf dieſen Punct, wozu nur Beharrlichkeit und ein ſcharfes Auge erforderlich ſei, ihre Aufmerkſamkeit zu richten und dadurch den Aſtronomen zu Hülfe zu kommen.

Bei der Sternbeſchreibung ſelbſt habe ich mich faſt ausſchließlich an die Abend-Anſicht des Sternhimmels um die Zeit des Herbſt-Aequinoctiums, alſo an Tafel I. gehalten; nur bei ſehr wenigen Sternbildern, welche auf jener zerſchnitten werden mußten, iſt Tafel II. zu Hülfe genommen. Weil es mir nämlich aus den oben angegebenen Gründen am zweckmäßigſten ſcheint, mit der wirklichen Beobachtung des Himmels bald nach den hellen Nächten zu Anfange des Auguſtmonats zu beginnen, ſo halte ich den Erfolg am beſten geſichert, wenn man ſich eine Zeitlang vorher im Zimmer mit derjenigen der beiden Anſichten, welche ſich gerade in den nächſten Monaten dem Auge in der Wirklichkeit darbieten wird, nach Namen, Configuration, Standort und Stellung gegen einander ſo bekannt macht, daß ſie beim Anblicke des Himmels dem Gedächtniſſe ſchon gegenwärtig ſind, und daher die Vergleichung mit der Zeichnung nur ſelten im Freien nothwendig wird; und dieſes dürfte am leichteſten gelingen,

wenn man ſich die Beſchreibung vorleſen läßt, um ungeſtört mit dem Auge der Zeichnung folgen zu können. Auch mußten die zur Orientirung nothwendigſten, allgemein bekannteſten und am leichteſten erkennbaren Sternbilder vorangeſtellt werden, um von ihnen in einer natürlichen und leicht faßlichen Reihenfolge zu den benachbarten fortzuſchreiten, und ſo allmählig den ganzen Himmel und zuletzt diejenigen Gegenden zu durchwandern, welche dem Auge des Beobachters in höheren Breiten der nördlichen Erd-Hemiſphäre niemals ſichtbar werden. Es waren daher mehrere Abtheilungen nöthig, nach denen die Sternbilder jetzt beſchrieben werden ſollen.

Erſte Abtheilung. A.

Sternbilder des Herbſt-Aequinoctiums über dem Horizonte, und zwar auf der Untergangsſeite Fig. B.

---

1. Das Sternbild des **großen Bären** (eigentlich der großen Bärin, lat. ursa major) macht mit Recht den Anfang in der Stern-Beſchreibung, theils als das bekannteſte, theils weil es in jeder und zwar in der ganzen Nacht zu jeder Jahreszeit ſichtbar iſt, theils weil es vor allen andern dazu dient, den Polarſtern aufzufinden, von dem die Orientirung in Anſehung der Weltgegenden weſentlich abhängt, wenn man keinen Compaß zur Hand hat oder in der Dunkelheit erkennen kann. Hat man nämlich den Polarſtern und mit ihm die Richtung gegen Norden gefunden, ſo iſt die entgegengeſetzte gegen Süden, und in der Richtung gegen dieſe Himmelsgegend die öſtliche zur Linken und die weſtliche zur Rechten zugleich mitgegeben. Denn, hat man den Polarſtern, wie auf Fig. B, zur Rechten, ſo iſt das Angeſicht gegen Weſten, alſo gegen die Untergangs-Seite der Geſtirne gerichtet; und hat man ihn, wie auf Fig. A, zur Linken, ſo ſchaut das Auge gegen Oſten, alſo gegen die Aufgangs-Seite.

Die ſieben hellleuchtenden Sterne dieſes Bildes, welche alle, bis auf einen, entſchieden zur zweiten Größe gehören, machen eben ſo, wie die Configuration derſelben, welche durch die zuſammenhängenden Linien des Alignements zuſammen gefaßt ſind, während dieſer Beobachtungszeit ein ſo unverkennbares Bild am nordweſtlichen Himmel, und zwar ungefähr auf der Mitte zwiſchen Horizont und Zenith, daß es kaum möglich iſt, daſſelbe zu verfehlen, wenn es auch, was kaum zu vermuthen iſt, bisher unbekannt geweſen wäre. Vier jener Sterne bilden ein unregelmäßiges Viereck, an deſſen oberer linken Ecke gerade der ſchwächſte ſteht; und dieſem ſchließen ſich von der Linken die drei übrigen Sterne in einer krummen Linie an. Von den letztern iſt der mittlere der oben erwähnte, den

Arabern wohlbekannte aber bei uns ſchwer unterſcheidbare Doppelſtern Mizar, ſo wie auch die übrigen unter den arabiſchen auf der Zeichnung hinzugefügten Namen bekannt ſind. Im Sternbilde machen (ſiehe Riedig Tab. VI.) die drei Sterne Benethnaſch, Mizar und Alioth in krummer Linie den Schweif des Bären aus, die vier übrigen, Megrez, Dubhe, Merek u. Phachel ſtehen im hintern und obern Körper. Im gemeinen Leben werden aber die vier Sterne auch der Wagen und die übrigen 3 die Deichſel deſſelben genannt, da dann der Begleiter Mizars für den Fuhrmann gilt, und die beiden zur Rechten, nämlich Dubhe und Merek, die Hinterräder vorſtellen.

Doch machen jene 7 Hauptſterne bei weitem nicht das ganze Sternbild aus. Dieſes erſtreckt ſich vielmehr mit einer großen Menge durch punctirte Linien verbundener Sterne ſowohl zur Rechten als gegen den Horizont über einen großen Raum des Himmels. Im Kopfe des Bären finden ſich die kleinen Sterne am gedrängteſten. Zwiſchen demſelben und Merek, faſt in gerader Linie mit Phachel und faſt in gleichem Abſtande wie jene beiden befindet ſich ein bekannter und merkwürdiger Nebelfleck, den Herſchel I. als einen hellen runden Nebel beſchreibt, der in einiger Entfernung von einem Hofe oder einer Glorie umgeben und von einem andern Nebel begleitet iſt. Nach Herſchel II. theilt ſich der umgebende Ring an der ſüdweſtl. Seite in zwei Arme, welche auf etwas Aehnliches hinzudeuten ſcheinen, als das, was wir in unſerer Milchſtraße bemerken.

Außerdem iſt aber der Stern ξ im linken Hinterfuße nahe dem Horizonte und links vom kleinen Löwen als phyſiſcher Doppelſtern merkwürdig, weil er einer der vier iſt, deren Umlaufszeit bekannt und deſſen Umlaufsbahn durch Mädlers Berechnung nach Struves Urtheil am genaueſten beſtimmt iſt. Bei dieſem Doppelſterne beträgt ſie 60 Jahre. Aus der freilich problematiſchen, aus der vierten Größe des Sterns abgeleiteten Vermuthung, daß ſeine Entfernung 7½ Millionen Sonnenweiten betrage, leitet Struve in dem oben erwähnten Berichte vom J. 1837 S. 48. folgende Beſchreibung dieſes Doppelſterns ab:

„In ξ im großen Bären ſind zwei Sonnen durch Anziehung zu einem Syſteme verbunden, deren Maſſe 117 und 42 Mal, alſo zuſammen 159 Mal ſo groß iſt, als die unſerer Sonne. Nehmen wir für dieſe Körper eine gleiche Dichtigkeit an, wie die unſerer Sonne, ſo ſind die Durchmeſſer derſelben 4⁹⁄₁₀ und 3½ Mal größer als unſer Sonnendurchmeſſer. Sie umkreiſen ſich in einer elliptiſchen Bahn in einem Zeitraume von 60½ Jahren. In dieſer Bahn iſt ihre mittlere Entfernung gleich 83⅖ Abſtänden der Erde oder faſt 4½ Abſtänden des Uranus von unſerer Sonne. Der kleinſte Abſtand in der elliptiſchen Bahn iſt 50, der größeſte 117 Halbmeſſern der Erdbahn gleich. Die Neigung der Ebene, worin ſich dieſe Himmelskörper bewegen, gegen die von der Erde an ihren Ort ge-

zogene Geſichtslinie iſt 37°,45′. Die den angegebenen Größen und der Entfernung von der Erde entſprechenden ſcheinbaren Durchmeſſer dieſer beiden Sterne ſind 1/400 Sec. und 1/565 Sec. Wenn wir daher dieſelben in unſern beſten Fernröhren von nahezu einer halben Secunde ſehen, ſo muß dieſer große ſcheinbare Durchmeſſer der Zerſtreuung des Lichts in der Atmoſphäre im Inſtrumente und im Auge zugeſchrieben werden."

2. Zieht man durch die beiden Hinterräder des Wagens eine gerade Linie, etwa von der fünffachen Länge des Abſtands jener beiden Sterne, ſo iſt der erſte helle Stern zweiter Größe der von dieſer Linie getroffen wird und keinen andern von gleicher Helligkeit in ſeiner Nähe hat, der **Polarſtern** (Polaris) im Schweife **des kleinen Bären** (l. ursa minor), oder in der Sprache des gemeinen Lebens des kleinen Wagens. Dieſes Sternbild iſt in der Configuration dem großen Bären ſehr ähnlich, außer daß bei dieſem der Schweif aufwärts gekrümmt iſt. Aber es iſt nicht bloß weit kleiner, ſondern unter den 7 Hauptſternen, aus denen es ebenfalls beſteht, iſt nur der Polarſtern zweiter Größe. Der nächſte Stern des Schweifes und die beiden Hinterräder des Wagens, von denen β den Namen Kochab führt, ſind noch kaum dritter Größe, die beiden Hinterräder aber ſo ſchwach, daß man ſchon einige Mühe hat, ſie deutlich zu erkennen. (Vgl. R. III).

Der Polarſtern ſteht nicht im Pole ſelbſt, jedoch jetzt nur etwa 1½ Grad (ungefähr 3 Monds-Durchmeſſer) von demſelben in der Richtung des Frühlingspunkts, alſo eigentlich nicht mehr auf der weſtlichen, ſondern ſchon auf der öſtlichen Seite, wo auch der Name deſſelben geſchrieben iſt, daher ſeine Stelle hier nur auf dem Gewölbbogen bei 90° angedeutet werden konnte. Aber wegen der Präceſſion der Nachtgleichen hat die Erd-Axe keine unveränderliche Stellung gegen denſelben, ſondern dreht ſich während einer Periode von 25600 Jahren in einem Abſtande von 23½ Graden um den mittlern Pol der Ekliptik, die ſelbſt einigen Schwankungen unterworfen iſt. Noch bis zum Jahre 3100 n. Chr. G. nähert der Nordpol des Himmels ſich dem Polarſterne, bis auf einen Abſtand von nur 21 Minuten, dann aber entfernt jener ſich von dieſem, und nach 12000 Jahren wird der Name des Polarſterns ſogar auf Wega in der Leier übergehen müſſen, worauf nach einem Zeitraume von gleicher Länge der gegenwärtige Polarſtern wieder ſein Polweiſer-Amt antritt, welches er erſt ſeit Alexanders des Großen Zeit verwaltet, da er erſt damals anfing dem Pole näher zu ſtehen, als irgend ein anderer heller Stern. Die Reihe der Sterne aber, denen der Weltpol ſich nähert, wenn er den jetzigen Polarſtern verläßt, iſt folgende: γ des Cepheus, der ums J. 4200 nur 1°51′ vom Pole abſteht; dann β und α des Cepheus, δ des Schwans, α der Leier, η des Hercules, ξ des Drachen und dann wieder unſer Polarſtern.

Weil der Bär und die Bärin im Griechiſchen Arctos heißt, ſo wird

der Nordpol der arktiſche und der entgegengeſetzte Südpol der antarktiſche genannt.

3. Zwiſchen dem großen und kleinen Bären verfolgt man leicht die lange geſchlungene Linie des **Drachen** (draco). Der Schweif deſſelben beginnt über Dubhe, ſenkt ſich allmählig durch α, welches zwiſchen Mizar und β des kleinen Bären ſteht, bis gegen 60° Decl., krümmt ſich von da aufwärts um den Pol der Ekliptik, und ſenkt ſich mit dem Drachenkopfe nahe dem Zenith in Weſt zum Norden herab. Die Hauptlinie ſeines Körpers wird durch Sterne dritter Größe bezeichnet, aber die beiden untern des Drachenkopfs gehören zur zweiten Größe, kommen alſo den Hauptſternen des großen Bären gleich, von deſſen Schweife ſie aber bedeutend abſtehen. (R. III.) Unter der Mitte des Drachen findet ſich das unbedeutende Sternbild, der **Quadrant** (quadrans).

4. Nachdem man ſich dieſe drei den Polarſtern von der weſtlichen Seite umgebenden Sternbilder klar gemacht und dem Gedächtniſſe eingeprägt hat, wird es am zweckmäßigſten ſein, vom Drachenkopfe gerade hinab gegen den Weſtpunct des Horizonts zu gehen, weil man hier ein Sternbild trifft, welches durch den prachtvollſten Stern erſter Größe, der auf der ganzen nördlichen Halbkugel des Himmels zu finden iſt, ſich ſo auszeichnet, daß eine Verwechſelung hier am wenigſten zu beſorgen ſein dürfte. Dieſes iſt der **Arkturus** im Sternbilde des **Bootes** (Bootes), der zu dieſer Zeit faſt im Weſten mit einer kleinen Abweichung gegen Norden zwar nur noch ungefähr 15° über dem Horizonte und gerade gegen die Dämmerungsſeite ſteht, aber doch durch ſeinen Glanz ſich ſchon kenntlich macht, wenn noch Alles umher in der letzten Dämmerung erloſchen iſt. Er ſteht (R. VII.) im Rockſaume neben dem linken Knie dieſes mythologiſchen Sohns der Ceres, deſſen eigentlicher Name Philolaos (Volksfreund) war, aber, weil er den Pflug erfunden und mit einem Ochſenpaare beſpannt haben ſoll, den Beinamen Bootes (Ochſentreiber) erhielt. Er trägt daher einen Stab in der rechten und eine Sichel in der bis über den Schweif des großen Bären reichenden linken Hand. Die zwei Sterne dritter Größe zu beiden Seiten des Arkturus, jeder von einigen kleinern begleitet, ſtehen in den beiden Beinen der Figur, die 4 des geſchobenen Vierecks im Körper und Kopfe, die rechts von γ aufſteigenden in dem linken Arme und in der Hand, welche durch einige kleinere Sterne über Benethnaſch (im Bären) bezeichnet iſt.

5. In der linken Hand hält Bootes noch außer der Sichel auch die Leitriemen der **beiden Jagdhunde** (canes venatici), welche unter dem Schweife des großen Bären ſtehen, aber ſo wenige und kleine Sterne enthalten, daß ſie füglich übergangen werden könnten, wenn ſich nicht im Halsbande des untern Jagdhundes ein Stern dritter Größe befände, der von den engliſchen Aſtronomen das Herz Carls II. (cor Caroli secundi) benannt iſt.

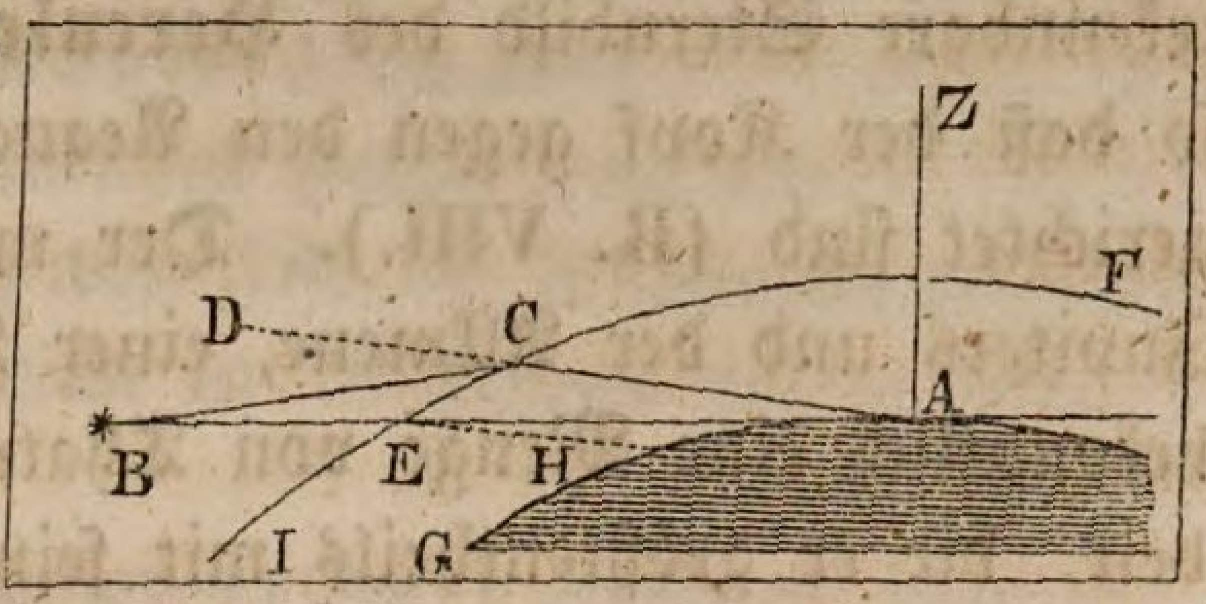
Noch iſt zu bemerken, daß ſich in der geraden Linie von dieſem Sterne bis zum Arkturus, etwas über die Mitte, und zwar im rechten Hinterfuße des untern Jagdhundes (hier bei 0) einer der größeſten Sternhaufen von mehr als 1000 Sternen elfter Größe und darunter befinden, die alſo nur in ſtarken Fernröhren ſich auflöſen, in ſchwächern dagegen als Nebelfleck erſcheinen. Das Innere iſt gegen die Mitte hin ſo ſtark verdichtet, daß es nicht mehr möglich iſt, die einzelnen glänzenden Punkte zu unterſcheiden. Von dieſer Centralmaſſe gehen gleichſam Radien nach verſchiedenen Seiten, und verbreiten Arme weit über die allgemeine Gränze von 2 bis 2½ Minuten Durchmeſſer hinaus. Ungeachtet der Kleinheit der einzelnen Sterne iſt das Ganze ein ſo glänzender Gegenſtand, daß Herſchel I. ihn noch wahrnehmen konnte, als die Wolken dem bloßen Auge die hellſten Sterne, z. B. den in der Nähe ſtehenden Arkturus, verdeckten. Eine leichte Bewölkung ſchien ſogar die Auflöslichkeit dieſes Sternhaufens eher zu begünſtigen als zu hemmen.

6. Auch das unter dem Jagdhunde, rechts vom Bootes aber jetzt tief am Horizonte ſeinem Untergange nahe in W. N. W. ſtehende **Haupthaar der Berenice (coma Berenices)** kann gewiſſermaßen als ein Sternhaufen betrachtet werden, obgleich es über einen größern Raum ausgedehnt iſt, als er bei den meiſten dieſer Art zu ſein pflegt. Es beſteht **(R. VII.)** nur aus Sternen vierter und geringerer Größe, aber ſie ſind ſo zahlreich und dichtgedrängt, daß ſie auch ſchon in ſchwachen Fernröhren einen intereſſanten Anblick gewähren. Doch iſt dieſe Jahrszeit wegen des tiefen Standes am Horizonte wenig zur Beobachtung geeignet. Weit beſſer gelingt ſie im Frühlinge, weil das Geſtirn, wie die römiſche Ziffer III am Aequator zeigt, im März ſeine mitternächtliche Culmination hat. Den Namen erhielt daſſelbe von dem griechiſchen Aſtronomen Konon aus Samos zu Ehren der Gemahlin des ägyptiſchen Königs Ptolemäus Evergetes, weil ſie, einem Gelübde zufolge, ihr ſchönes Haupthaar abſchnitt und im Tempel der Venus aufhing, als ihr Gemahl unverletzt aus dem Kriege zurückkehrte.

Die noch weiter nördlich ſtehenden Sternbilder des kleinen Löwen und des Luchſes, ſo wie die kleinen Stücke von der Jungfrau und Wage und vom Scorpion, welche kaum über den Horizont hervorragen, ſind in dieſer Jahrszeit ſo wenig zur Beobachtung geeignet, daß ich ihre Beſchreibung auf eine ſpätere Abtheilung verſchiebe. Nur bemerke ich, daß wenn zu einer etwas früheren Beobachtungszeit und in ſüdlicheren Breiten beſonders durch Hülfe der Refraction oder Strahlenbrechung noch ein heller Stern erſter Größe ſich in Südweſten nahe über dem Horizonte bemerklich macht, dieſes der Antares im Scorpion iſt.

Da nämlich jeder Lichtſtrahl, der aus einer dünneren durchſichtigen Materie in eine dichtere übergeht, nach der Seite ſeines kleinſten Einfallswinkels von ſeiner geraden Richtung abgelenkt (gebrochen) wird,

wie der ſcheinbar gebrochene Pfeifenſtiel im Glaſe Waſſer beweiſt: ſo müſſen die Sterne im Horizonte am meiſten, die höheren aber immer weniger über ihrem wirklichen Orte zu ſtehen ſcheinen, bis ſie im Zenith gar nicht von demſelben abweichen. Es ſei z. B. der Bogen G H A der Durchſchnitt eines Theils der Erdoberfläche, A der Standpunkt und Z das Zenith des Beobachters, für welchen der Stern B wirklich im Horizonte, alſo in der



Durchſchnittslinie desſelben, der Tangente B A liegt. Da aber der horizontale Lichtſtrahl desſelben B E aus dem dünnen Aether in die dichtere Erd-Atmoſphäre, welche den Raum zwiſchen der Erdoberfläche und dem Bogen I E C F füllt, übergeht: ſo wird er nach der Seite des ſpitzen Einfallswinkels B E I gebrochen, und kommt daher nicht in A, ſondern in H, alſo unter dem Horizonte zur Erde; und nur ein anderer Strahl, der höher, etwa bei C, in die Atmoſphäre fällt, kann durch ſeine gleiche Brechung ins Auge des Beobachters auf A gelangen. Weil aber das Auge immer in geraden Linien ſieht, ſo erſcheint ihm der Stern nicht in ſeinem wirklichen Orte, ſondern in D; und zwar beträgt dieſe Erhebung durch die Refraction, oder der Refractionswinkel D A B am Horizonte über ½ Grad, ſo daß noch die ganze Sonnenſcheibe geſehen wird, wenn wirklich ſchon ihr oberer Rand in den Horizont gekommen iſt. Doch iſt zu bemerken, daß C A in der Wirklichkeit keine gerade, ſondern eine abwärts gekrümmte Bogenlinie iſt, weil die Atmoſphäre, je näher der Erde, immer dichter, alſo die Refraction immer fortgeſetzt wird; und daß daher erſt die letzte Richtung des Lichtſtrahls den ſcheinbaren Ort des Sterns beſtimmt. Zwar vermindert ſich nun dieſer Refractionswinkel immer mehr, doch erſt im Zenith iſt er = 0. Daher ſtehen nur in dieſem die Sterne, genau genommen, wirklich an dem Orte, wo ſie geſehen werden, bei allen übrigen müſſen die Aſtronomen Reductionen wegen der Refraction vornehmen.

Jetzt wollen wir auf Tafel I. Fig. B zum Bootes zurückkehren und zunächſt den Bogen von Sternbildern verfolgen, der ſich von ihm aus gegen das Zenith hinauf zieht, und die zuerſt beſchriebenen circumpolaren Sternbilder umgiebt.

7. Gleich links von dem geſchobenen Vierecke des Bootes findet ſich ein leicht erkennbares Sternbild, die **nördliche Krone** (corona borealis), deren Geſtalt durch den Edelſtein (gemma coronae borealis), einen Stern zweiter Größe, und einen Kranz von 5 Sternen vierter und einigen geringerer Größe deutlich bezeichnet wird. Der Stern η iſt einer der 4 Doppelſterne, deren Umlaufszeit genau bekannt iſt. (S. 23.) Sie beträgt 43 Jahre. Auch von dem zweiten Doppelſterne in dieſem Bilde, nämlich dem Sterne σ in der Schleife (R. VII.) iſt die Umlaufszeit

nach den bisherigen Veränderungen mit ziemlicher Gewißheit auf 200 Jahre berechnet.

8. Auf die Krone folgt links und aufwärts das große, minder leicht erkennbare Sternbild des **Hercules** (Hercules) in umgekehrter Stellung, ſo daß der Kopf gegen den Aequator, die Beine gegen den Drachenkopf gerichtet ſind (R. VIII.). Der mythologiſchen Perſon, welche ein Sohn Jupiters und der Alkmene, einer Tochter des Perſeus ſein ſollte, wurden bekanntlich eine Menge von Thaten der Stärke und Tapferkeit zugeſchrieben, die er größtentheils mit ſeiner Keule verrichtete, daher dieſe, welche er in ſeiner Rechten trägt, eins ſeiner Attribute iſt. Außerdem wird ihm von der Beſiegung des furchtbaren nemäiſchen Löwen die undurchdringliche Kopfhaut deſſelben als Hauptbedeckung gegeben. In dieſer ſteht der Stern dritter Größe α, von den Arabern Ras Algethi genannt, welcher einer der veränderlichen iſt, doch nimmt er in 60½ Tagen nur um eine halbe Sterngröße ab. Auch die übrigen 5 Hauptſterne des Körpers ſind dritter Größe. Kleinere, zum Theil vierter Größe, bilden die Beine und Keule, welche durch punctirte Linien mit der Haupt-Configuration verbunden ſind, ſo wie den linken gegen die Milchſtraße gerichteten Arm. Der letztere trägt den **Cerberus und Zweig**, d. h. einen Lorbeer-Zweig mit der Schlangenmähne des vom Hercules bezwungenen dreiköpfigen Hunde-Ungeheuers der Unterwelt. Auch dieſes Sternbild beſteht aus einer großen Menge von Sternen vierter und geringerer Größe, und kann daher als ein intereſſanter Sternhaufen betrachtet werden.

Der mit 0 bezeichnete Punkt im Sternbilde des Hercules unter 157°,49′ Rectaſcenſ. und + 28°,49′ Declinat. iſt merkwürdig als derjenige, gegen den ſich wahrſcheinlich unſer Sonnenſyſtem bewegt. Nachdem ſchon Herſchel I. ihn in dieſer Gegend angenommen, Andere aber die Richtigkeit ſeines Reſultats bezweifelt hatten, wurde vor etwas mehr als 10 Jahren von Prof. Argelander (damals in Abo, jetzt in Bonn) eine neue Unterſuchung von 337 Sternen vorgenommen, deren mittleres Reſultat wenig von Herſchels abwich, und die obige Angabe begründete.

9. Deſto weniger Schwierigkeit macht die Erkennung des letzten Sternbildes dieſer Richtung vor der Milchſtraße, welches jetzt links vom Drachenkopfe und faſt in gleicher Nähe des Zeniths ſteht. Es iſt die **Leier** (lyra), welche in der Spitze eines unregelmäßigen ſehr verſchobenen Vierecks durch einen Stern erſter Größe, Namens **Wega**, hinreichend ausgezeichnet iſt, um nicht verkannt zu werden.

Da bei dieſer Wega oder α lyrae ein teleſcopiſcher Stern elfter Größe in nur 43 Bog.-Sec. Abſtand ſich befindet, von dem ſich vermuthen ließ, daß er kein phyſiſcher Doppelſtern ſei, ſo brachte Prof. Struve die S. 22 erwähnte Idee Galilei's bei demſelben zur Anwendung, und fand

durch die ſorgfältigſte Beobachtung ſeit Juli 1836 bei der durchaus wahrſcheinlichen Annahme, daß der kleine Nebenſtern weiter von der Erde entfernt ſei als der große Hauptſtern, alſo die Wega wirklich eine Parallaxe habe, welche nach der ſpätern Angabe Mädlers im Mittel 0″,2613 oder über ¼ Secunde mit einem wahrſcheinlichen Fehler von nur 0″,02 betrug. Dieſe führt auf eine Entfernung von 789400 Sonnenweiten oder nahe 16 Billionen Meilen, welche das Licht in 12 Jahren und 1 Monate zurücklegt.

Zwar wird die Leier von einem **Geier** (vultur) getragen, aber dieſer von jener faſt bedeckt und er enthält nur einen einzigen Stern vierter Größe, welcher hier links über der Leier angedeutet iſt.

10. Gleich neben der Leier ſenkt ſich aus dem vierzigſten Grade des Orts-Meridians, alſo nur 10 Grade vom Zenith, die **Milchſtraße** (via lactea) faſt ſenkrecht gegen den ſüdweſtlichen Horizont hinab. Sie hat ihren Namen von der griechiſchen Mythe, daß Herkules, als Säugling an die Bruſt der Here (Juno) gelegt, ſo heftig ſog, daß Here ihn plötzlich losriß, und ihre Milch in den Himmelsraum ſpritzte *. Sie heißt auch die Jacobsſtraße und erſcheint hier auf ihrem ganzen Wege gegen den Horizont in 2 Armen, welche ſich unterhalb deſſelben wieder vereinigen.

Die Beſchreibung dieſes höchſt intereſſanten und für die Orientirung am Himmel vorzüglich wichtigen Theils des Sternhimmels weiß ich nicht beſſer zu geben, als mit den Worten Mädlers in ſeiner Popul. Aſtronomie S. 398 u. ff.

„In dieſer Milchſtraße zeigen ſich an einigen Stellen, beſonders am ſüdlichen Himmel, inſelartig dunklere Theile, deren einige noch ſchwärzer als der übrige Nachthimmel zu ſein ſcheinen, und die unter dem Namen der Kohlenſäcke bekannt ſind. Ueberhaupt hat ſie nirgend beſtimmte Grenzen, und ihre Breite läßt ſich nur annäherungsweiſe beſtimmen. Sie iſt in der Nähe des Nordpols, von dem ſie gegen 30° entfernt bleibt, breiter als in der des Südpols, dem ſie auch etwas näher kommt. An einigen Stellen gehen Arme ab, die ſich nicht wieder mit dem Hauptgürtel vereinigen, der größeſte am ſüdlichen Kreuze, von wo aus er den Centauren und Wolf durchzieht und nach einem Laufe von etwa 30° endigt.

Schon einige Alten waren der Meinung, dieſer Schimmer entſtehe durch den vereinigten Glanz einer großen Menge ſehr kleiner oder auch ſehr entfernter einzeln nicht unterſcheidbarer Sterne. War dieſe Anſicht richtig, ſo ſtand zu erwarten, daß in hinreichend ſtarken Ferngläſern die einzelnen Sterne, aus denen das Ganze beſteht, erkannt werden würden; und dieſe Erwartung hat ſich beſtätigt. Einzelne Theile der Milchſtraße zeigten ſich ſchon in mäßigen Fernröhren auflösbar; man erblickte in ihnen gleichzeitig viele Tauſende teleſkopiſcher Sterne, aber immer noch auf einem

* Nach Andern z. B. Hygin ſoll ſie der durch Phaetons Sturz bezeichnete verbrannte Weg am Himmel ſein.

weißlicht ſchimmernden Grunde, der anzudeuten ſchien, daß die Auflöſung nur zum geringeren Theile ermöglicht worden ſei. Herſchel I. hat ſeine großen Teleſkope ganz beſonders zu dieſen Unterſuchungen verwendet, und aus ſeinen Beobachtungen geht hervor:

a) die Milchſtraße beſteht überall aus einer ſehr großen, dicht gedrängten Anzahl kleiner und kleinſter Sterne, deren Zahl Herſchel auf 18 Millionen ſchätzt, die aber durch einzelne Theile derſelben ſehr ungleich vertheilt ſind.

b) Der Grund des Himmels an der Stelle der Milchſtraße bleibt auch in den ſtärkſten Ferngläſern ein weißlicht ſchimmernder, der auf eine noch unvollſtändige Auflöſung deutet.

c) Diejenigen Gegenden des Himmels, in deren Nähe die Milchſtraße vorüber zieht, ſind weit reichlicher mit teleſkopiſchen Sternen (d. h. die nur in ſtarken Fernröhren als Sterne ſichtbar ſind) beſetzt, als die von der Milchſtraße entfernten, während die helleren dem bloßen Auge ſichtbaren Sterne hier nur wenig häufiger als anderwärts gefunden werden.

Herſchel giebt ſogar Zahlen für das, was er Sterndichtigkeit nennt, und die er durch partielle Zählungen einzelner kleiner Räume, z. B. des Feldes eines Fernrohrs, ermittelt hatte. Einzelne Gegenden des Himmels zeigen ſich bis zu 100 Malen reicher an Sternen, als andere.

Die von ihm gegebene Erklärung dieſer Erſcheinung muß man als eine genügende und durch alle Wahrnehmungen beſtätigte anſehen. Er betrachtet nämlich den geſammten von unſerer Fixſternwelt erfüllten Raum nicht als eine Kugel, ſondern als einen ſehr platt linſenförmigen, der nur einen einzigen größeſten Kreis habe, und von deſſen Mitte unſer Sonnenſyſtem nicht weit entfernt ſtehe. Die Ebene dieſes größeſten Kreiſes iſt gleichſam die Grund-Ebene der geſammten Fixſtern-Welt. Denkt man ſich die Geſammtheit der Planetenbahnen als Modell geformt und umſpannt dieſes möglichſt dicht mit einer gemeinſchaftlichen Hülle, ſo wird dieſes gleichfalls einer linſenförmigen Geſtalt ſich nähern wegen der geringern Neigung beſonders der äußern Planeten, und der größeſte Kreis dieſer Linſe wird mit der Grundebene des Planetenſyſtems nahe zuſammenfallen. Statt der 25 bis 30 planetariſchen Körper, welche unſer Sonnen-Syſtem ausmachen, denke man ſich nun viele Millionen Fixſterne, und verſetze ſich in die Mitte dieſes Raums, der überall etwa gleich dicht mit Fixſternen beſetzt ſein mag, ſo wird man bei weitem die meiſten nach der Richtung der Grund-Ebene hin erblicken, die letzten und entfernteſten aber ſchwer oder gar nicht mehr wahrnehmen, ſondern nur ihren vereinigten Schimmer ſehen. Dies iſt die Milchſtraße unſerer Fixſternwelt.

Die Hauptthatſachen ſind auf dieſe Weiſe völlig genügend erklärt. Nur die an vielen Stellen vorkommenden Theilungen und Verzweigungen der Milchſtraße, ſo wie der Umſtand, daß ſie an einigen Stellen doch ſchärfer begrenzt erſcheint, als dieſer Hypotheſe angemeſſen wäre, könnte

als Einwurf angeſehen werden, und ſcheint mit einer andern Meinung beſſer zu ſtimmen, wonach der Fixſternhaufe, der den Kern und die Mitte des Ganzen bildet, und der gar wohl linſenförmig ſein kann, in einiger Entfernung von einem oder mehreren Ringen umgeben iſt, in denen die Sterne dichter gedrängt ſtehen, und deren Ebenen nicht ganz zuſammenfallen. Auf dieſe Weiſe ſcheint ſich Alles ganz gut zu erklären. So würde uns Saturn, wenn man etwa ſeine Abplattung noch weit ſtärker ſetzte, mit ſeinen Ringen ein Modell der Fixſternwelt im Kleinen darbieten.

Da auch in den ſtärkſten Ferngläſern noch immer ein nebliger Grund unaufgelöſt übrig bleibt; da ferner auch an andern Stellen des Himmels ſich ſolche neblige Lichtmaſſen (die Nebelflecke) finden, die gleichfalls dem größten Theile nach nicht auflösbar ſind: ſo haben mehrere die Meinung geäußert, als beſtehe dieſer unaufgelöſt bleibende Theil nicht ſowohl aus kleinen entfernten Sternen, ſondern vielmehr aus Sternmaterie, die erſt im Laufe der Zeiten ſich zu ſoliden Maſſen geſtalte. Wir hätten alſo hier werdende Weltſyſteme vor uns und kommende Geſchlechter würden ſtatt der Milchſtraße nur ausgebildete Sterne erblicken. Die Ausbildung der Fixſterne müßte man ſich hiernach gleichſam als eine von innen heraus gehende denken, ſo daß die minder fortgeſchrittene Entwickelung den größern Fernen angehöre. Oder auch, da wir ſchon für die entfernteſten der einzelnen Sterne eine Zeit des Lichts von 4 Jahrtauſenden als höchſt wahrſcheinlich gefunden haben, folglich der große, das Ganze umſchließende, die äußerſten Fernen bezeichnende Gürtel gewiß noch eine beträchtlich größere haben wird: ſo erblicken wir in der Milchſtraße nicht ihren jetzigen, ſondern ihren früheren, gleichſam vorweltlichen chaotiſchen Zuſtand. Die einzelnen Körper könnten jetzt ſchon Jahrtauſende lang fertig, die formloſe Maſſe ganz verſchwunden ſein; aber der Lichtſtrahl von ihnen ſei noch unterweges und werde erſt unſern ſpätern Nachkommen erglänzen, während unſere Ferngläſer nur Strahlen empfangen, die längſt vor dem Beginne des Menſchengeſchlechts ihre ungeheure Laufbahn begonnen hatten.

Es iſt keines Sterblichen Sache, in dieſer Angelegenheit einen entſcheidenden Spruch zu thun. Wo keine unſerer Meßruthen den Raum, keine Geſchichte die Zeit mehr zu umfaſſen vermag, wo unſere Erde nicht allein, ſondern auch die Sonne, ja ihr ganzes Syſtem zu einem unſcheinbaren nichtsbedeutenden Punkte zuſammenſchrumpft: da muß allerdings der Phantaſie ein Spielraum geſtattet werden. Nur die Bemerkung mögen wir noch hinzufügen, daß die unregelmäßige Geſtalt der Milchſtraße dieſer letzten Anſicht nicht ganz günſtig ſei, in ſo fern man das Newton'ſche Geſetz als allgemein gültig betrachtet. Nur feſte Körper vermögen ſich in jeder Geſtalt zu erhalten und Sternhaufen können eine Geſtalt haben, welche ſie wollen. Aber das Gleichgewicht incohärenter Maſſen iſt durch eine ſphäriſche oder doch ſymmetriſch regelmäßige Geſtalt bedingt, die

ſich herſtellen muß, wenn ſie anfangs noch nicht vorhanden war*. Wenn nun die Beobachtungen bis jetzt noch keine Veränderungen in den einzelnen Theilen, wie im Ganzen der Milchſtraße haben wahrnehmen laſſen, ſo kann dies allerdings bei der Kürze der Zeit, welche unſere genauern Beobachtungen umfaſſen, kein entſcheidendes Argument gegen jene Meinung abgeben. So lange indeß jedes ſtärkere Fernrohr weitere Fortſchritte in der Auflöſung der Milchſtraße macht, die Zahl der einzeln unterſcheidbaren Sterne vermehrt, und die noch übrige Nebelmaſſe verdünnt und ſchwächt, wird auch die erſtere Meinung, wie Herſchel ſie aufgeſtellt hat, immer mehr an Wahrſcheinlichkeit gewinnen. Es mag noch bemerkt werden, daß, auch nach vollſtändig gelungener Auflöſung, ein Himmelsraum, auf welchem ſo viele Tauſende von Sternen aller Größen im dichteſten Gedränge ſtehen, wohl nie ganz ſo dunkel als der übrige Himmelsraum erſcheinen kann, ſelbſt wenn gar keine phyſiſche Materie zwiſchen und hinter dieſen einzelnen Sternen ſich befände.

Nehmen wir indeß auch nur diejenigen Sterne, welche uns die ſtärkſten Fernröhre bis jetzt gezeigt haben, als wirklich vorhanden an, fügen wir alſo der Zahl von 18 Millionen, die Herſchels Schätzungen zufolge in der Milchſtraße ſichtbar ſind, noch 12 Millionen für den ganzen übrigen Himmel hinzu, ſo giebt das eine Summe von dreißig Millionen Sonnen, von einander getrennt durch Fernen, die ſelbſt für die einander zunächſt ſtehenden in Billionen von Meilen ausgedrückt werden müſſen; in der That eine Unermeßlichkeit für den menſchlichen Gedanken!"

11. Das erſte Geſtirn, welches uns im rechten Arme der Milchſtraße hier entgegentritt, iſt das große und leicht kenntliche Sternbild des **Schwans** (cygnus). Da es zu dieſer Zeit nahe dem Zenith im Orts-Meridian ſteht, ſo iſt ſeine Stellung für die Beobachtung im Freien ſehr günſtig, aber

* Hier ſcheint zugegeben zu werden, daß anfangs, alſo irgend einmal in der Periode der Entwickelung, eine unregelmäßige Geſtalt vorhanden, alſo möglich war. Und, ſollte ſich dieſe Möglichkeit ſchlechthin verneinen, ſollte ſie ſich nicht denken laſſen, ohne dem Newtonſchen Attractions-Geſetze etwas zu vergeben? Da überall durch den Kampf entgegengeſetzter Kräfte die Ordnung erhalten wird, ſo könnte man ſich vielleicht denken, daß in einem gewiſſen, namentlich ſehr verdünnten Zuſtande der Materie, die Attractionskraft durch eine entgegengeſetzte, uns ihrer Urſache nach eben ſo unbekannte Repulſionskraft, die auch bei den Kometenſchweifen ſich zu zeigen ſcheint, durch Chemismus, Magnetismus oder andere Kräfte, eine Zeitlang im Gleichgewichte erhalten werde, bis uns unbekannte Urſachen daſſelbe ſtören, und dann durch das Uebergewicht der Attraction eine Verdichtung mit regelmäßiger Geſtalt und Rotation entwickelt wird. Obgleich die meiſten Nebel auflösbar zu ſein ſcheinen, ſo möchte doch ein Zweifel erlaubt ſein, ob dieſes von allen Nebelflecken und Nebelwolken ſich behaupten laſſe. Schwer hält es, das ſonſt überall erkennbare Geſetz einer allmähligen Entwickelung für die Himmelskörper aufzugeben, zumal da jedes Fortſchreiten der Geologie zu beſtätigen ſcheint, daß unſere Erde aus einer dunſtförmigen Materie durch Verdichtung in einen feurigflüſſigen Körper, und aus dieſem durch Kryſtalliſation in einen feſten übergegangen ſei. G.

nicht für die Beobachtung aus den Fenſtern eines Zimmers, und eben ſo wenig für die Zeichnung, auf der es zerſchnitten werden mußte, daher faſt nur der Kopf des Schwans auf der Untergangsſeite ſichtbar werden konnte, der übrige Theil aber in der Milchſtraße der Aufgangsſeite zu ſuchen iſt. Ich muß daher bitten, bei dieſem Sternbilde die zweite Tafel zu Hülfe zu nehmen, wo ſich auf der Untergangsſeite, ein wenig rechts von der Mitte, die 5 Hauptſterne deſſelben als ein großes ſtehendes Kreuz darſtellen, von dem fliegenden Schwane aber der Kopf β, Namens Albireo, gegen den Horizont gekehrt iſt. (R. T. VIII.) In der Spitze des Kreuzes, die im Schwane unweit der Schweifwurzel ſteht, und bei welcher die Spaltung der Milchſtraße beginnt, findet ſich ein ſo heller Stern zweiter Größe, daß er von Manchen zu den Sternen erſter Größe gerechnet und von den Arabern mit dem beſondern Namen Deneb belegt wurde. Die beiden Sterne dritter Größe in den Armen des Kreuzes ſtehen in beiden Flügeln des Schwans, in denen zu beiden Seiten noch eine Reihe von Sternen dritter und vierter Größe ſich in etwas gekrümmten Linien weiter ziehen. Auch links von Deneb und über demſelben finden ſich noch mehrere Sterne vierter und fünfter Größe im Schweife und Fuße des Schwans.

Vor allen aber iſt der kleine Stern Nr. 61 merkwürdig geworden. Denn, da dieſer die größeſte eigne Bewegung gegen den Himmelsraum zeigte, nämlich jährlich von 5,1 Bog. Secunden (alſo in 1000 Jahren faſt 3 Monds-Durchmeſſer): ſo wurde daraus auf ſeine vorzügliche Nähe geſchloſſen, und die Hoffnung geſchöpft, ſeine Parallaxe finden und daraus ſeine Entfernung berechnen zu können. Dieſes iſt denn nun auch in den letzten Jahren vorzüglich durch die unermüdeten Beſtrebungen des ausgezeichneten Aſtronomen, Prof. Beſſel in Königsberg gelungen, der ihn mit zwei ſchwachen Sternen von 460 Sec. und 705 Sec. Abſt. verglich, und dabei die eigene Bewegung des Sterns 61 und ſämmtliche übrigen Correctionen aufs Sorgfältigſte in Rechnung brachte. Er fand aus 402 Beobachtungen eine Parallaxe von 0,3483 oder reichlich ⅓ Sec., woraus ein Abſtand von 12 Billionen Meilen (592200 Sonnenweiten) und eine Zeit des Lichts von 9 Jahren und 3 Monaten berechnet ward. Da nun dieſer Stern eine weit geringere Lichtſtärke beſitzt, als der S. 32 erwähnte α lyrae oder Wega: ſo ſieht man, daß alle Schlüſſe von der Größe (d. h. Lichtſtärke) der Sterne auf ihre Entfernung ſehr trüglich ſind, daß alſo auch hier die Speculation durch die Erfahrung berichtigt werden mußte.

12. Verfolgt man nun den weſtlichen (hier rechten) Arm der Milchſtraße gegen den Horizont hinab: ſo findet ſich erſt auf der Hälfte dieſes Weges in einer knotenartigen Erweiterung der Milchſtraße, nachdem ſie ſich kurz vorher verengt hatte, der Poniatowskyſche Stier (taurus Poniatowskii), von dem ein kleiner Theil einige Aehnlichkeit mit

den Hyaden des großen Stiers hat, und deſſen Name ſich auf die Familie bezieht, aus welcher der in Polen am Ende des achtzehnten Jahrhunderts regierende König Stanislaus (Lescinsky und Poniatowsky) herſtammte. Es beſteht (R. IX.) aus 6 unregelmäßig zuſammengefügten Sternen vierter Größe, iſt aber doch wegen ſeiner Stelle in der Milchſtraße und zwiſchen den ausgezeichneten Sternen des Adlers und Schlangenträgers nicht ſchwer aufzufinden, auch nicht unwichtig, weil der unterſte Stern deſſelben den Himmels-Aequator faſt berührt, alſo die Lage deſſelben beſtimmen hilft.

13. Unmittelbar daran, und ſo daß es daſſelbe zum Theil umgiebt, ſtößt das große, weit ausgedehnte Sternbild des **Schlangenträgers** (ophiuchus, griechiſch οφιουχος) **nebſt der Schlange** (serpens, gr. οφις). Beide Sternbilder (R. IX.) ſind ſo mit einander verſchlungen, daß man ſie ſchwer unterſcheidet, welches noch dadurch erſchwert wird, daß die eigene Buchſtabenreihe von beiden durcheinander läuft. Ueberdies ſind unter der großen Zahl von Sternen nur 2 zweiter Größe und die Hauptſterne laſſen ſich zu keiner Art einer regelmäßigen Configuration bringen. Um die Hauptſterne aufzufinden, dürfte es am zweckmäßigſten ſein, zuerſt zwiſchen der Milchſtraße und dem Kopfe des Herkules den Stern zweiter Größe, α, von den Arabern Ras Alhague genannt, aufzuſuchen, der im rechten Auge des Ophiuchus ſteht, ſo daß die Köpfe beider Sternbilder, aber in entgegengeſetzter Richtung, neben einander ſtehen. Von da gehen drei Sterne dritter Größe in faſt gerader Linie bis in die Milchſtraße und zwei der nämlichen Art wieder aufwärts zwiſchen denſelben gegen den Adler zu, ſo daß dieſe 6 Sterne den poniatowskyſchen Stier von unten umgeben. Von dieſen ſtehen die 3 erſten im Kopfe und in der rechten Schulter des Ophiuchus, die drei andern im Schwanze der Schlange. Dann ſuche man den andern Stern zweiter Größe, der im Halſe der Schlange ſteht und mit gemma coronae und Arkturus ein nahe gleichſeitiges Dreieck ausmacht. Von da wird man gegen die Krone hin leicht die drei Sterne dritter Größe und einige kleinere auffinden, welche noch im Halſe und Kopfe der Schlange ſtehen, und ſich gegen die rechte Hand des Herkules, mit welcher er die Keule hält, hinziehen. Richtet man dann eine gerade Linie zwiſchen ε Bootis und α Serpentis bis zur Milchſtraße, ſo findet man auf dieſer noch 5 Sterne dritter Größe, von denen der erſte neben α, zwei andere neben einander in der linken Hand des Ophiuchus, mit der er die Schlange hält, der dritte über dem rechten Knie und der letzte neben der Milchſtraße im linken Knie ſtehen. Von dem letzten gehen dann in etwas veränderter Richtung 2 Sterne in der Milchſtraße weiter fort, von denen der letzte gleichfalls dritter Größe π im linken Fuße des Ophiuchus und zwar nahe unter dem faſt ſüdlichſten Punkte der Ekliptik, die in 270° Rectaſc. zwiſchen π Ophiuchi und dem Hauptſterne des Schützen liegt, alſo auch zu deſſen Auffindung

nützlich iſt. Zieht man endlich aus der Hand des Schlangenträgers eine gerade Linie gegen α im Kopfe des Herkules, ſo trifft dieſe noch eine Reihe von Sternen vierter und fünfter Größe, welche, der Herkules-Keule nahe vorbeigehend, im rechten Arme und der Schulter des Ophiuchus ſtehen.

Verlängert man die im Anfange erwähnte Linie vom *Ras Alhague* nach ζ bis in den zweiten Arm der Milchſtraße, ſo findet man am rechten Rande derſelben neben dem Sobieskyſchen Schilde den kleinen *Doppelſtern* p, einen der vier, deren Umlaufszeit genau bekannt iſt, und der unter dieſen die längſte Umlaufszeit, nämlich von 80 Jahren hat. Dieſe iſt alſo faſt ſo lang wie bei unſerm Planeten Uranus.

Ueber den *mythologiſchen Gegenſtand* des Sternbildes ſind die Meinungen getheilt. Einige beziehen ihn auf den *Aesculap*, Andere auf den *Herkules* mit der lernäiſchen Schlange, Andere auf den *Phorbas*, der auf der Inſel Rhodus eine große Schlange tödtete, Andere endlich auf den Getenkönig *Karnabon*, der den Drachen vor dem Wagen des Triptolemus erſchlug.

14. Gehen wir von hier auf den ſüdlichen oder linken Arm der Milchſtraße hinüber, ſo tritt uns zuerſt nahe über dem Horizonte der größeſte Theil vom Sternbilde des **Schützen** (sagittarius), eines der 12 Himmelszeichen, und das einzige, welches auf dieſer Untergangsſeite einigermaßen noch ſichtbar iſt, entgegen. Es iſt an die mythologiſche Figur eines Centauren (nach Einigen *Croton*, nach Andern *Chiron*) geknüpft, der mit der Linken den Bogen hält und mit der Rechten den Pfeil anzieht. (R. XV.) Er enthält einen Stern zweiter Größe σ in der Sehne über dem gefiederten Pfeile, und noch 6 Sterne dritter Größe, von denen der oberſte π am rechten Ohre und zwei in der Milchſtraße ſtehen, deren letzter die Spitze des Pfeils bildet und einen ſehr nahen Begleiter vierter Größe hat. Die beiden unterſten α und β, Namens *Zubeneſchemali* und *Zubenegemubi* ſtehen im rechten Vorderfuße, und β hat ebenfalls einen ſehr nahen Begleiter vierter Größe. Neben π ſtehen noch 2 vierter Größe, von denen der äußerſte wieder ein Doppelſtern iſt, im Kopfe. Der Stern π ſteht ſehr nahe über der Ekliptik bei 285°.

15. Der **Sobieskyſche Schild** (clypeus Sobieskii), etwas höher in dem nämlichen Arme der Milchſtraße, hat ſeinen Namen von dem tapfern polniſchen Könige Sobiesky, der im Jahre 1683 die Türken vor Wien ſchlug und dadurch die bedrängte Kaiſerſtadt von der Belagerung befreite. Es beſteht (R. IX.) aus ſo wenigen und ſchwachen Sternen, daß es nicht leicht zu erkennen iſt, außer wenn man ſchon beim Ophiuchus den Stern p erkannt hat, der rechts neben ſeinen 2 Hauptſternen vierter Größe ſteht, zwiſchen denen ſich noch 2 fünfter Größe befinden.

16. Bedeutender iſt das Sternbild des **Antinous** (Antinous), das nach dem ſchönen Liebling des Kaiſers Hadrian benannt iſt. Es iſt, un-

geachtet es gerade zur Beobachtungszeit des Herbſt=Aequinoctiums um Mitternacht culminirt, doch noch ganz auf dieſer Tafel enthalten. Vergleicht man R. IX., ſo wird man ſehen, daß es aus 3 Sternen dritter Größe in einem flachen gleichſchenkligen Dreiecke beſteht, von denen 2 nahe über und unter dem Aequator liegen und der dritte dem Sobiesꝛkyſchen Schilde zugekehrt iſt. Von den 4 Sternen vierter Größe, welche ſich auch darin finden, ſteht der oberſte η zwiſchen den obern α und δ des erwähnten Dreiecks und faſt genau auf dem Aequator, daher er die Lage deſſelben gegen den Standpunkt des Beobachters vortrefflich für beide Seiten beſtimmen hilft. Von den übrigen 3 kleinern Sternen ſteht der unterſte unter der unterſten Spitze des Dreiecks im linken Fuße der Figur und dicht neben Sobiesky's Schilde.

17. Unmittelbar über dem Kopfe des Antinous ſieht man in der Milchſtraße eins der kenntlichſten Geſtirne des Himmels, aus drei hellen in einer geraden Linie in gleichem Abſtande von einander entfernten Sternen beſtehend, von denen der mittlere Atair oder Altair ein Stern erſter Größe iſt. Das Sternbild ſelbſt heißt der **Adler** (aquila). Dieſe 3 Hauptſterne ſitzen im Halſe des Adlers (R. IX.); doch gehören dazu auch noch 2 Sterne dritter Größe im weſtlichen Arme der Milchſtraße und zwar im Schwanze des Bildes. Merkwürdig iſt, daß Atair in den alten Sternkarten nur als Stern zweiter Größe angegeben ward, da er doch jetzt entſchieden erſter Größe iſt. Auch er ſcheint alſo Veränderungen des Glanzes unterworfen zu ſein. Doch iſt die Periode unbekannt und wahrſcheinlich von bedeutender Länge. Die leichte Erkennbarkeit deſſelben erleichtert die Auffindung der benachbarten Geſtirne und des Aequators.

18. Ueber dem Adler iſt auf dieſer Seite in der Milchſtraße nur noch ein einziges kleines Sternbild, der **Pfeil** (sagitta), ſichtbar, deſſen 3 Hauptſterne nur vierter Größe ſind, und von denen die beiden weſtlichen ſehr nahe zuſammen ſtehen.

Zweite Abtheilung. B.

Beſchreibung der Sternbilder der Aufgangsſeite Fig. A, und zwar über dem Horizonte, zur Zeit des Herbſt=Aequinoctiums.

Indem wir jetzt zur Aufgangsſeite oder zur öſtlichen Abendanſicht auf Fig. A übergehen, dürfte es am zweckmäßigſten ſein, zuerſt in der Milchſtraße fortzufahren, deren ſüdlicher Arm ſchon in 20° N. Decl. durch den ſüdlichen Theil des Orts=Meridians auf dieſe Seite hinübergetreten iſt, während es bei dem weſtlichen erſt unter 40° geſchieht. Es

ſind nämlich auf dieſer Seite gerade in der hier vorzüglich ausgebreiteten vereinigten und über den größeſten Theil des Himmels ſich hinziehenden Milchſtraße die meiſten Sternbilder ſo leicht erkennbar, daß die genaue Kunde derſelben das beſte Hülfsmittel iſt, ſich für die übrigen Sternbilder zu orientiren, und auch bei den in ſpäteren Abendſtunden und in den verſchiedenen Jahreszeiten emporſteigenden und dadurch in ihrer Stellung ſehr veränderten Geſtirnen ſtets einen ſichern Leitfaden zu behalten.

19. In der anfangs noch geſpaltenen Milchſtraße, und zwar in dem untern am früheſten übergegangenen Arme derſelben, folgt unter dem Kopfe des Schwans zunächſt auf den Pfeil das Sternbild des **Fuchſes** (vulpecula). Der Schweif deſſelben (R. VIII.) ſtreckt ſich freilich noch ziemlich weit links aus der Milchſtraße hervor, enthält aber nur einen kleinen Stern, und obgleich der Körper in der Milchſtraße reicher an kleinen Sternen iſt, ſo befindet ſich doch nur 1 Stern vierter Größe darunter, und noch unbedeutender iſt die **Gans** (anser), welche er im Maule trägt und die in den obern Arm der Milchſtraße hinübergeht. Daher iſt faſt keine Configuration möglich, und das Sternbild um ſo ſchwerer zu erkennen, weil unmittelbar über demſelben mehrere eben ſo große Sterne ſtehen, die nicht zu demſelben gehören.

20. Zwar folgt auf den Fuchs das große und ſchöne Sternbild des Schwans, deſſen bei weitem größeſter Theil bis zur Vereinigung der beiden Arme der Milchſtraße auf dieſer Seite liegt; da aber daſſelbe ſchon bei der Untergangsſeite beſchrieben iſt, ſo gehe ich ſogleich zur vereinigten Milchſtraße über, wo zuerſt kurz vor der Stelle, wo dieſe nach einer abermaligen kurzen Trennung ſich wieder vereinigt und dadurch eine Oeffnung bildet, das große aber an größern Sternen nicht ſehr reiche Sternbild des **Cepheus** (Cepheus) uns entgegentritt. Es ſteht mit ſeinem Kopfe (R. III.) noch in jener Oeffnung; die drei Hauptſterne dritter Größe aber, von denen der nächſte beim Kopfe in der Schulter, der mittlere unter der Bruſt und der dritte im linken Knie ſtehen, ziehen ſich gegen den Polarſtern, auf welchem er mit dieſem Fuße ſteht, während der rechte bis in den Hinterkörper des kleinen Bären reicht. An kleinen Sternen iſt aber dieſes Sternbild nichts weniger als arm.

Als mythologiſche Perſon ſteht Cepheus mit den jetzt in der Milchſtraße folgenden und ihr benachbarten Sternbildern in der engſten Verbindung. Nach der griechiſchen Sage war er nämlich ein König von Aethiopien, der von ſeiner Gemalin Kaſſiopeia oder Caſſiopēa eine Tochter Namens Andromeda hatte. Weil ſie ihrer Schönheit wegen von der Mutter über die Nereiden (Meernymphen) erhoben war, ward ſie an einen Felſen gekettet, um von einem Meerungeheuer verſchlungen zu werden, aber vom Perſeus gerettet. Dieſer, ein Sohn Jupiters und der Danae, war auf der cycladiſch-griechiſchen Inſel Seriphus vom Po

lydectes erzogen, der ihm aufgab, das verſteinernde Haupt der Gorgone Meduſa zu holen. Als es ihm durch den Beiſtand der Artemis (Minerva) geglückt war, jener das Haupt abzuſchlagen, entſprang aus deren Blute, wegen ihrer Verbindung mit Poſeidon (Neptun), das geflügelte Roß Pegaſus. Von dieſem durch die Lüfte getragen, und durch das in ſeinen Schild verſetzte Meduſenhaupt geſchützt, beſiegte Perſeus das Meerungeheuer und heirathete die Andromeda. Nachher weihte er das Meduſenhaupt ſeiner Schutzgöttin Minerva, welche es in ihrer Aegis (eigentlich Ziegenfell, nachher Schild und Bruſtharniſch) trug.

21. Dieſes Sternbild der **Caſſiopea** (Cassiopēa) iſt durch ſeine Stellung in der breiten vereinigten Milchſtraße, und durch die Configuration ſeiner 5 hellleuchtenden Sterne dritter, faſt zweiter Größe, welche einem etwas langgezogenen lat. W ähnlich iſt, eins der kenntlichſten Sternbilder am Himmel, und da es, wie alle Geſtirne über 40° N. Decl., unter 50° N. Br. niemals untergeht, vielmehr allezeit 15—20° über dem Horizonte bleibt, ſo iſt es nebſt der Capella und dem großen Bären und Wega vorzüglich geeignet, ſich am Himmel zu orientiren. Eine Bogenlinie vom Polarſterne durch β Cassiopeae (den äußerſten Stern zur Rechten) führt nämlich auf den Frühlingspunkt, alſo 360° Rectaſc., eine ſolche Linie durch den Nebenſtern der Capella auf 90°, durch Phachel im großen Bären auf 180°, und zwiſchen γ des Drachenkopfs und Wega auf 270°, alſo auf die Quadranten des Aequators. Die Stellung der gegen den Pol gekehrten Figur ſieht man aus R. IV.

An der Lehne ihres Seſſels eben oberhalb der Milchſtraße an der auch auf der Anſicht angedeuteten Stelle ereignete ſich im Jahre 1572 eine der merkwürdigſten Erſcheinungen am Himmel. Daſelbſt zeigte ſich nämlich den 11. Nov. plötzlich ein neuer Stern, der in der erſten Zeit ſeiner Erſcheinung alle andere Sterne und ſelbſt die Venus an Glanz übertraf, und auf welchen der berühmte däniſche Aſtronom Tycho de Brahe (geb. 1546) in Schonen zuerſt aufmerkſam ward. Man konnte ihn ſogar am Tage bequem ſehen, und Nachts durch mäßige Wolken. Im folgenden Jahre nahm ſein Glanz allmählig ab, und 1574 verlor er ſich ſo ganz, daß ſelbſt die ſpäter entdeckten kräftigſten Fernröhre ihn nicht haben wieder entdecken können. Nach einigen, freilich unverbürgten Nachrichten ſoll auch in den Jahren 1260 und 945 in der nämlichen Gegend ein neuer Stern erſchienen ſein, welches auf eine Periode von 315 und 312 Jahren hindeuten würde. So befremdend übrigens dieſe Erſcheinung iſt, ſo ſteht ſie doch nicht ganz iſolirt da; denn Aehnliches iſt ſpäter an mehreren Stellen des Himmels bemerkt worden, nämlich zwei Mal von Keppler und zwar im J. 1600 im Schwan und 1604 im Ophiuchus, zuletzt aber von Herſchel II. im J. 1837 bei η des Schiffs Argo.

22. Auch **Perſeus** (Perseus) iſt leicht kenntlich, theils durch die 3 hellen Sterne, die in einer etwas gekrümmten Linie mitten in der Milch-

ſtraße ſtehen, theils durch den hellen Schimmer, den die glänzenden Sternhaufen in dieſer Gegend der Milchſtraße verleihen. Von den drei Sternen iſt der mittlere α zweiter Größe. Auch die übrigen zu dem Bilde gehörigen Sterne liegen faſt ſämmtlich in der Milchſtraße, bis auf 2, von denen der unterſte gegen die Plejaden gerichtete dritter Größe auf dem linken Fuße, der oberſte aber, vierter Größe, in der Nähe der Caſſiopea auf der Spitze ſeines Schwertes ſteht. (R. IV.)

In dem Griffe dieſes Schwertes findet ſich ein ſchon dem unbewaffneten Auge erkennbarer, unter dem Namen der **Gluckhenne** bekannter großer Sternhaufen, faſt $\frac{1}{2}^{0}$ im Durchmeſſer haltend, in welchem 2 Sterne ſiebenter Größe und einer derſelben im Umfange einer Ellipſe von Sternen ſteht; und nur 40 Minuten von demſelben ein anderer gleichfalls ſehr glänzender von $\frac{1}{4}^{0}$ Durchmeſſer. In dieſem letztern zeigt ſich gegen die Mitte hin mehr Verdichtung als bei dem erſtern und die Ränder zerfließen allmählig. Den Mittelpunkt bildet ein ſchöner röthlicher Stern; den man für die Centralſonne dieſes Fixſternſyſtems halten möchte.

Das **Meduſenhaupt** (caput Medusae) liegt zwar ganz außerhalb der Milchſtraße, gehört aber noch zum Perſeus, daher auch der Hauptſtern deſſelben Algol als β Perſei bezeichnet wird. Dieſer zeigt ſich gewöhnlich als ein Stern zweiter Größe, verändert ſich aber innerhalb $2\frac{4}{5}$ Tagen ſo, daß ſein Glanz zwiſchen die dritte und vierte Größe fällt. Von allen bis jetzt bekannten veränderlichen Sternen unterſcheidet er ſich dadurch, daß er faſt die ganze Periode hindurch in ungeſchwächtem Glanze leuchtet und nur 8 Stunden hindurch eine Verdunkelung erfährt. Die Abnahme währt 4 Stunden, das kleinſte Licht etwa 18 Minuten und die Zunahme abermals 4 Stunden. Unter den übrigen Sternen des Meduſenhauptes, die ziemlich nahe zuſammenſtehen, ſind 3 vierter Größe.

23. Endlich iſt auch noch der **Fuhrmann** (auriga), deſſen Figur (R. V.) ſchräg durch die Milchſtraße geht, zu dieſer Beobachtungszeit ſchon größtentheils über dem Horizonte ſichtbar, aber ſeine beiden Hauptſterne liegen links außerhalb der Milchſtraße. Von dieſen iſt α oder Capella (die Ziege) einer der glänzendſten Sterne erſter Größe. Die Figur trägt nämlich im linken Arme eine Ziege, in deren Bruſt die Capella ſteht, und an deren Stirn ſich oben ein Stern vierter Größe befindet. Die Ziege hat im Schooße ihre Jungen, welche durch die 3 kleinen ſchon in der Milchſtraße ſtehenden Sterne angedeutet werden, die deswegen die **Zicklein** (hoedi) heißen, und zur Unterſcheidung der Capella beitragen können, da ſie ungeachtet ihrer Kleinheit ziemlich ſichtbar ſind. Der zweite Hauptſtern β, zweiter Größe, ſteht noch weiter links in der linken Schulter, und von da ziehen ſich 2 Sterne vierter Größe in gekrümmter Linie durch den linken Arm gegen einen merklichen Vorſprung der Milchſtraße herab. Die beiden Hauptſterne bilden ein großes rechtwinkliges Dreieck mit einem dritten Sterne zweiter Größe, der in der linken Ferſe

des Fuhrmanns, aber auch zugleich im rechten Horne des Stiers ſteht und eigentlich zu dieſem gehört.

Wenden wir uns nun zuerſt zu dem übrigen Raume links von der Milchſtraße, der zwiſchen dieſer und dem Gewölbe des Orts-Meridians liegt, ſo zeigt der erſte Blick, daß dieſer auffallend leer an allen größeren Sternen iſt. Vom Cepheus an bis zum Horizonte hinab erreicht keiner die dritte Größe und nur wenige die vierte. Daher ſind die dort befindlichen Sternbilder ſchwer zu erkennen, und ich habe, um nicht mit dieſen zu überladen, die nächſten nach dem Cepheus, nämlich den **Erntehüter** und das **Rennthier**, auf der Anſicht ganz weggelaſſen (welche zwiſchen Caſſiopea nebſt Perſeus und dem Pole ſtehen) (R. III.), wogegen die folgenden 3 Bilder beibehalten ſind.

24. Der **Camelopard** (camelopardus) oder die **Giraffe** iſt ein ſehr ausgedehntes Sternbild, deſſen Kopf neben dem Pole vorbei faſt bis zum Rücken des kleinen Bären reicht, während deſſen Hinterfüße faſt bis zur Stirn der Ziege hinabreichen. (R. III, & V.) Aber die 4 Sterne vierter Größe nebſt mehreren kleineren ſind ſo zerſtreut, daß ſie ſich ſchwer zuſammenbringen laſſen.

25. Eben dieſes iſt auch beim **Luchs** (lynx) der Fall, in welchem höchſtens 3 Sterne vierter Größe auf einem weiten Raume zerſtreut ſich finden. (R. V.) Der eine im Maule des Luchſes bildet mit β u. α des Fuhrmanns die längere Cathete eines rechtwinkligen Dreiecks, die beiden andern im Schweife ziehen ſich zwiſchen dem großen Bären und den Zwillingen gegen die beiden Löwen, wie auf Tafel II. Fig. C deutlicher zu ſehen iſt.

26. Das **Teleſkop** endlich, welches unter dem Luchſe, links vom Fuhrmanne, hier nur zum Theil über dem Horizonte ſteht, hat auch nur 4 Sterne vierter Größe, aber dieſe ſind über einen kleineren Raum in einer regelmäßigeren Stellung vertheilt, und daher leichter erkennbar.

Ganz anders ſieht es an der rechten Seite der Milchſtraße aus, wo dem Beobachter eine Menge glanzvoller Sterne und Sternbilder unter den mannigfaltigſten, meiſtens leicht aufzufaſſenden Zuſammenſtellungen entgegentreten. Zu dieſen gehören vorzüglich zwei große engverbundene Sternbilder, welche von der Caſſiopea und vom Perſeus aus ſich über die Mitte der Aufgangsſeite verbreiten und ſowohl für die Orientirung als auch in andern Hinſichten vorzüglich wichtig ſind. Es ſind die beiden folgenden:

27. Faſt auf der Mitte des Himmels-Gewölbes zwiſchen Horizont und Zenith beginnen rechts vom Perſeus in ONO. die 3 Hauptſterne zweiter Größe der **Andromeda** (Andromeda), von denen (R. IV.) der nördlichſte γ oder Alamak im linken Fuße, β oder Mirach im Schooße und α oder Sirah faſt in Oſten im Kopfe der Figur ſtehen. Von dem mittlern gehen im Gürtel noch 2 Sterne vierter Größe aufwärts, und

links neben dem obern derſelben befindet ſich einer der wenigen ſchon dem ſcharfen unbewaffneten Auge ſichtbaren **Nebelflecke**, der daher auch zu den bekannteſten gehört. Er ward 1612 von *Simon Marius* gefunden, der ihn mit einem Kerzenlichte vergleicht, das durch einen halbdurchſichtigen Körper betrachtet wird; und dieſe Beſchreibung paßt noch jetzt auf ihn. Den kernartigen mittleren Theil, der 7 Sec. Durchmeſſer hat und gleich dem Ganzen länglicht erſcheint, konnten die ſchwachen Ferngläſer des Marius nicht zeigen. Dieſer Kern iſt weder gleichmäßig hell noch ſcharf begrenzt, aber die hellern und dunklern Abtheilungen ſind zu klein und zu zahlreich, um ſie zeichnen und meſſen zu können; doch zeigt er in den ſtärkſten Vergrößerungen nicht die geringſte Spur der Auflöſung in Sterne. — Zwiſchen α und β ſteht ein Stern dritter Größe δ in der linken Bruſt, ſo wie der über demſelben befindliche vierter Größe in der rechten, die übrigen gleicher Art in der nämlichen Richtung aber in den beiden Armen, der letzte dieſer Größe dagegen, der mit β und γ nahe ein rechtwinkliges Dreieck bildet, in der rechten Kniekehle.

28. Im **Pegaſus** machen die 3 Hauptſterne *zweiter Größe*, welche gleichfalls beſondere arabiſche Namen führen, in Verbindung mit α Andromedae ein ſehr großes, faſt regelmäßiges Quadrat, dem kein anderes am Himmel ähnlich iſt, und welches noch dadurch um ſo kenntlicher wird, daß 2 Sterne dritter und vierter Größe mit *Scheat* oder β ein nahe gleichſeitiges Dreieck bilden. Dieſe drei liegen im Anfange des linken Vorderbeins der Figur, welche in umgekehrter Stellung mit den Ohren den Aequator berührt (R. X.); die beiden untern des Quadrats aber, *Algenib* oder γ und *Marcab* oder β, ſtehen im Halſe und Kopfe. Mit dieſen iſt noch rechts in wenig größerem Abſtande der Stern ε, gleichfalls *zweiter Größe*, zu verbinden, der ſich in der Nähe der Figur befindet, und mit derſelben durch einen Stern dritter und 2 vierter Größe im Halſe des Pegaſus verbunden iſt.

Die Abſtände der Seiten des Quadrats können dem Augenmaße auch dazu dienen, den Raum von 15° Declin. am Himmel zu beurtheilen und dieſes auch auf andere Gradbeſtimmungen anzuwenden. Noch wichtiger aber iſt der Nutzen, den Sirah und Algenib für die Beſtimmung des wichtigſten Punktes am ganzen Himmel haben, der ſonſt ohne aſtronomiſche Inſtrumente nicht gefunden werden kann, weil er nicht bloß durch keinen Stern bezeichnet iſt, ſondern nicht einmal andere leicht erkennbare Sterne in ſeiner Nähe hat.

29. Dieſes iſt der **Frühlingspunkt**, auch der *Fiſchpunkt* genannt, weil er jetzt im Sternbilde der Fiſche ſteht, dadurch aber höchſt unvollkommen in ſeiner Lage bezeichnet wird. Zieht man dagegen eine Bogenlinie vom Polarſterne zwiſchen Sirah und Algenib gegen den Horizont, ſo trifft man faſt genau in der Entfernung dieſer beiden Sterne unter Algenib den Aequator und zwar eben im Frühlingspunkte, d. h. in dem-

jenigen Punkte, wo die Sonne im Frühlings-Aequinoctium zu ſtehen ſcheint, und der daher im Herbſt-Aequinoctium um 6 Uhr Abends genau in Oſten aufgeht, um Mitternacht aber in Süden culminirt. Die Wichtigkeit dieſes Punktes kann Niemand bezweifeln, der bedenkt, daß von ihm an gegen Weſten alle Grade der Rectaſcenſion auf dem Aequator, und der Länge in der Ekliptik gezählt werden. Folglich beginnt von den beiden Meridianen, welche entweder von den beiden Weltpolen, oder von den beiden Polen der Ekliptik, durch dieſen nämlichen Punkt gezogen werden, die Gradzählung auf allen Parallelkreiſen beider Syſteme, nämlich ſowohl des Aequators als auch der Ekliptik, und wird links herum im ganzen Kreiſe, alſo bis 360° fortgeſetzt. Dieſe Gradzählung trifft in dem Durchſchnitts- oder Knoten-Punkte beider Ebenen, alſo bis 360 und 180 Graden, genau zuſammen, weil die Meridiane der beiden Syſteme ſich in demſelben durchſchneiden. Letzteres kann aber, weil die beiden Ebenen alſo auch ihre Pole 23½ Grade von einander abweichen, in den zwiſchenliegenden Graden nicht geſchehen, welches eine Haupturſache des Unterſchiedes zwiſchen der Sonnenuhr und mittlern Zeit iſt, obgleich auch die verſchiedene Winkelbewegung der Erde auf ihrem Umlaufe viel dazu beiträgt. Weil nämlich die Meridiane des Aequators ſchief auf die Ekliptik fallen, ſo eilen ihre Grade den Graden der Ekliptik bis zu den Solſtitien voraus, und werden nach den Solſtitien von den letztern gleichſam wieder eingeholt; und da die hier auf dem Horizonte angegebenen Grade ſich auf den Aequator und deſſen Meridian beziehen, ſo paſſen die Grade der Rectaſcenſion von dieſen nicht genau zu den Graden der Länge, wo die Ekliptik von ihnen geſchnitten wird.

Daß dieſer Punkt wegen der Präceſſion der Nachtgleichen einer unaufhörlichen Veränderung gegen den Stand der Fixſterne unterworfen iſt, daß daher alle Himmelszeichen der Ekliptik ſchon um mehr als ein volles Zeichen von den Sternbildern, von denen ſie den Namen führen, ſich rechts entfernt haben, und daß daher alle Gradbeſtimmungen der Rectaſcenſion und Länge genau genommen nur für einen beſtimmten Zeitpunkt gelten, iſt ſchon früher erklärt. Glücklicher Weiſe ſind aber dieſe Veränderungen ſo langſam, daß ſie dem Liebhaber für ſeine Lebenszeit keine Schwierigkeit verurſachen, obgleich ſie von den Aſtronomen aufs Genaueſte beachtet werden müſſen. Die Urſache jener Präceſſion liegt in den Störungen, welche die Anziehung der Sonne, des Mondes und einiger Planeten in der Richtung der Aequinoctial-Punkte hervorbringt; die Erklärung gehört aber in die Lehrbücher der Aſtronomie; doch wird die graphiſche Darſtellung der Bahnen der 4 innern Planeten auf Tafel III. und beſonders der Durchſchnitt der Trabanten-Bahnen auf Tafel IV. noch Einiges darbieten, das vielleicht zum leichtern Verſtändniſſe der Sache beitragen könnte. Denn ein ſolches Zurückweichen der Knotenpunkte findet ſich nicht bloß auch bei unſerm Monde, ſondern es

iſt hier weit merklicher, ſeine Urſache viel leichter erkennbar und ſeine Periode weit kürzer.

30. Das Sternbild der **Fiſche** ſelbſt (pisces) iſt vielleicht ſchwerer aufzufinden und zu erkennen, als irgend ein anderes, theils wegen der Kleinheit ſeiner Sterne, theils weil dieſe über einen großen Himmelsraum ausgedehnt und zerſtreut ſind. Es beſteht nämlich aus zwei Fiſchen, von denen der **öſtliche** zwiſchen dem Quadrat des Pegaſus und dem Aequator, der **weſtliche** aber neben dem linken Arme der Andromeda liegt und faſt bis an Mirach im Gürtel derſelben hinanreicht. Beide ſind durch ein ſehr langes hin und her geſchlungenes Band verknüpft, in welchem ſich der einzige Stern dritter Größe und zwar jetzt gerade in Oſten unmittelbar über dem Horizonte befindet. (R. XI.)

Weiter rechts, in OSO., ſenkrecht unter Marcab des Pegaſus und unter dem öſtlichen Fiſche iſt zu dieſer Beobachtungszeit ein ſehr heller Stern zweiter Größe, der Deneb-Kaitos, im Aufgehen begriffen, der im Schwanze des Walfiſches mit 2 andern Sternen dritter Größe ein faſt rechtwinkliges Dreieck von gleichen Catheten bildet. Da aber der größeſte Theil des Sternbildes noch unter dem Horizonte liegt, und erſt nach zwei Stunden zur vollſtändigen Erſcheinung gelangt, bei welcher der Kopf etwas links von der Stelle zu ſtehen kommt, wo jetzt der Frühlingspunkt iſt; ſo wird es angemeſſener ſein, die Beſchreibung vorläufig noch aufzuſchieben und der vierten Abtheilung vorzubehalten.

Wir wollen alſo jetzt zunächſt zu denjenigen Sternbildern übergehen, welche ſich zwiſchen den bisher beſchriebenen und dem ſüdlichen Theile des Orts-Meridians befinden, zuerſt aber die beiden kleinen Geſtirne nachholen, welche von der Milchſtraße Andromeda, Pegaſus und Schwan eingeſchloſſen ſind.

31. Das erſte derſelben, gleich rechts über der Andromeda, iſt die **Friedrichsehre** (honor Friderici), zu Ehren Friedrichs II. ſo benannt und Schwert, Feder und Leier vorſtellend. (R. IV.) Es enthält nur kleinere Sterne, doch im Schwertgriffe mehrere derſelben zuſammengedrängt.

32. In der **Eidechſe** (lacerta), deren wenige Sterne in hin und her gezogener Linie liegen, erreichen nur die drei oberſten die vierte Größe. (R. IV.)

Tritt man aus dieſer Nähe der Milchſtraße über den Pegaſus und Schwan hinaus, ſo ſind noch am rechten Rande der Aufgangsſeite und bis an den Horizont mehrere Sternbilder nachzuholen, welche jetzt folgen.

33. Leicht erkennbar iſt von dieſen das Sternbild des **Delphins** (delphinus), da es wenig über dem Adler links neben der Milchſtraße aus 5 ſich nahe ſtehenden Sternen dritter Größe beſteht, welche ein geſchobenes Viereck mit einem Anhängſel bilden, das den Schweif vorſtellt. (R. X.)

34. Nahe dem Delphin und jetzt ſenkrecht unter ihm erſcheint der Kopf des **Füllens** (equulus), unmittelbar neben dem Kopfe des Pegaſus. (R. X.) Es hat nur 4 Sterne vierter Größe, von welchen die beiden ſehr nahen oben in der Naſe, die beiden untern in den Augen der Figur ſtehen.

35. Schwerer iſt ſenkrecht unter dem Füllen das Himmelszeichen des **Waſſermanns** (aquarius) zu erkennen, welches zwar eine Menge von Sternen, aber dieſe auf einem weiten Raume zerſtreut enthält, da deſſen 5 Hauptſterne nur dritter Größe ſind und eine unregelmäßige Figur bilden. Unter dieſen iſt α in der rechten Schulter (R. XVI.) vorzüglich wichtig, theils weil er auf dieſer Seite der Abendanſicht der einzige iſt, nach welchem ſich die Richtung des Aequators beſtimmen läßt, theils weil aus den 3 Sternen vierter Größe, welche links von α gleichfalls im Aequator und in der Urne und Hand des Waſſermanns ſtehen, die gekrümmte Reihe kleiner Sterne ausgeht, welche den Waſſerſtrom bildet und ſich bis zum Fomahant im ſüdlichen Fiſche hinabzieht.

36. Unmittelbar rechts neben dem Waſſermanne und faſt genau in Süden, nahe 30° über dem Horizonte, zeigen ſich die drei dicht zuſammenſtehenden Hauptſterne dritter Größe des **Steinbocks** (capricornus), gleichfalls eines der 12 Himmelszeichen, bei dem ſie in der Stirn und den Wurzeln der Hörner ſtehen. (R. XVI.) Die beiden obern mit α Capricorni bezeichneten Sterne haben zwar 6½ Minuten Abſtand von einander, alſo 1/50 des Abſtandes zwiſchen Caſtor und Pollux, werden aber doch nur von guten Augen als 2 getrennte Sterne geſehen, von den meiſten dagegen als ein ovaler Stern.

37. Sehr leicht zu erkennen iſt nach wenigen Stunden der **ſüdliche Fiſch** (piscis meridionalis), deſſen 4 Hauptſterne jetzt in SO. aufgehen und nach 3 Stunden, freilich nur in einer Höhe von 10° über dem Horizonte, culminiren. Er zeichnet ſich durch einen hellen Stern erſter Größe, den Fomahant oder Fomalhaut auch Phamalhut, den einzigen der Art in dieſer Gegend, ſehr aus, die übrigen drei ſind dritter Größe. (R. XVI.)

Jetzt ſind von der zur Zeit ſichtbaren Hälfte der Aufgangsſeite nur noch drei vollſtändige Sternbilder zu betrachten, welche ſich unter der Andromeda zwiſchen den Fiſchen und dem nordöſtlichen Theile der Milchſtraße befinden. Es ſind folgende:

38. Der **Triangel** (triangulus) gerade unter Alamak und Mirach der Andromeda. Er beſteht aber nur aus 3 Sternen vierter Größe, welche ein rechtwinkliges Dreieck mit einer kurzen Cathete zur Linken bilden. (R. IV.)

39. Die **Fliege** (musca), ein kleines, faſt gleichſeitiges Dreieck, von deſſen drei Hauptſternen der untere zweiter Größe iſt, die beiden andern ſind nur vierter mit einem ſehr nahen fünfter Größe.

40. Rechts davon, jetzt in gleicher Höhe über dem Horizonte, erſcheint endlich noch das Sternbild des **Widders** (aries), dieſes Himmelszeichen, nach welchem noch immer der Frühlingspunkt genannt wird, ungeachtet er ſich ſchon über 30° von demſelben rechts entfernt hat. Von den 3 Hauptſternen in einer etwas niederwärts gekrümmten Richtung ſteht

der obere links α und zwar zweiter Größe näher bei β dritter Größe, als dieſer von γ, der nur vierter Größe iſt. Die eigenthümliche Form und die verſchiedene Größe dieſer nicht weit aus einander ſtehenden Sterne machen das Bild, welches jetzt in O. z. N. nur etwa 30° über dem Horizonte ſteht, ziemlich kenntlich.

Zwar iſt nun in NO. z. O. das merkwürdige Geſtirn der Plejaden, oder das Siebengeſtirn, ſchon ein wenig über dem Horizonte; weil aber der größeſte Theil des Stiers, zu welchem es gehört, noch nicht ſichtbar iſt, ſo will ich das Nähere der folgenden Abtheilung vorbehalten.

Dritte Abtheilung. C.

Beſchreibung der Sternbilder der Aufgangsſeite, die zur Zeit noch unter dem Horizonte ſind, und zwar bis zur Grenze der Sichtbarkeit.

Die in dieſer Abtheilung zu beſchreibenden Sternbilder ſtehen in den angegebenen Beobachtungszeiten noch unter dem Horizonte, weil aber die ſcheinbare Himmels-Hohlkugel ſich in der Richtung des Aequators ſchräg aufwärts zu drehen ſcheint, ſo kommen innerhalb 12 Stunden nach und nach alle bis zum vierzigſten Grade ſüdlicher Declination, wo für 50° N. Br. die Grenze der Sichtbarkeit iſt, zum Vorſchein, und zwar im Verhältniſſe ihres Abſtandes vom Horizonte, dem ſie in einer dem Aequator parallelen Richtung, die man nach den Parallelkreiſen beurtheilen muß, zueilen. Schiebt man in dieſer die Felder, auf denen die Sternbilder ſich befinden, in Gedanken weiter, ſo wird man die ungefähre Zeit des Aufganges für jeden Stern leicht auffinden, wenn man erwägt, daß der Raum von einem der gezeichneten Meridiane bis zum nächſten links in 2 Stunden zurückgelegt wird. Jetzt dürfte es das Zweckmäßigſte ſein, in der Milchſtraße da fortzufahren, wo die vorige Abtheilung in derſelben aufhörte.

41. Hier tritt uns nun zuerſt das Himmelszeichen des **Stiers** (taurus) entgegen, deſſen ſchon in der vorigen Abtheilung wegen ſeiner Verbindung mit dem Fuhrmanne und wegen der Plejaden erwähnt ward. Die Hauptſterne deſſelben befinden ſich im Kopfe deſſelben (R. XII), wo ein Stern erſter Größe, **Aldebaram** oder das Stierauge, oder α tauri, mit 2 Sternen dritter Größe und einer Menge hellflimmernder kleinerer, die deutliche Figur eines römiſchen V bildet, die mit dem beſondern Namen der **Hyaden** (hyades, Regenſterne) bezeichnet wird, weil im October, wo ſie bald nach Sonnenuntergang in Oſten aufgeht, die Regenzeit in Griechenland zu beginnen pflegt. Mit dieſen ſtehen 2 Sterne zweiter und

dritter Größe an der Spitze der Hörner in der Milchſtraße in der nächſten Verbindung, dann aber auch unterhalb noch 2 Reihen vierter und fünfter Größe in der Bruſt und den Vorderbeinen, und endlich noch im Rücken des Stiers die **Plejaden** (Pleïades, auch Vergiliae), das Siebengeſtirn. Den Namen der Plejaden erhielt dieſes Geſtirn von den mythologiſchen 7 Töchtern des Atlas und der Pleione, Namens Electra, Halcyone, Celäno, Maja, Sterope, Taygete und Merope, von denen die letzte ſich aus Scham verſteckte, weil ſie einen Sterblichen geheirathet hatte. Von den 7 Sternen, von welchen nur einer vierter Größe iſt, ſind die übrigen ſo klein, daß das unbewaffnete Auge nur mit Mühe 5 derſelben noch unterſcheidet, der ſiebente ſelten erkennbar iſt. Aber der ganze Fleck hat einen ausgezeichneten Schimmer; und nimmt man ein Fernrohr zu Hülfe, ſo bemerkt man ein intereſſantes Gewimmel, in welchem man ſchon bei einer ſchwachen Vergrößerung über 30 Sterne zu unterſcheiden vermag. Auch die Hyaden gewähren im Fernrohre einen prachtvollen Anblick. Für die Plejaden hat bereits Beſſel deren phyſiſche Verbindung zu einem Sternſyſteme nachgewieſen; für die Hyaden ergiebt ſich jetzt das Nämliche mit Ausſchluß α tauri, der uns wahrſcheinlich viel näher ſteht.

42. Dem Stiere gegenüber an der linken Seite der Milchſtraße bis in dieſelbe ragt das Himmelszeichen der **Zwillinge** (gemini) weit aus derſelben hervor, indem nur die Füße der Figuren (R. XII.) mit einem Sterne dritter und einem zweiter Größe noch in ihrem linken Rande ſtehen. Die 6 Hauptſterne bilden in 2 Reihen 3 Paare, von denen das letzte links 2 leuchtende Sterne zweiter Größe enthält. Der obere von dieſen heißt Caſtor oder α geminorum, der untere Pollux. Caſtor iſt ein Doppelſtern, deſſen Umlaufszeit ſich nach Struve mit ziemlicher Gewißheit auf 215 Jahre berechnen läßt. Die Namen beziehen ſich auf die griechiſche Mythe von der Verbindung des in einen Schwan verwandelten Jupiters mit Leda, der Gemahlin des Spartanerkönigs Tyndareus, aus welcher 2 Eier hervorgingen, deren eines Pollux und Helena, das andere Caſtor und Clytemneſtra in die Welt ſetzte. Die beiden Söhne (Dioskuren) wurden an den Himmel verſetzt und als Schutzgötter der Seefahrer verehrt.

43. Zwiſchen der untern Hornſpitze des Stiers und dem Fuße Caſtors beginnt mitten in der Milchſtraße die Keule und der Arm des **Orion** (Orion), eines der kenntlichſten und prachtvollſten Sternbilder am ganzen Himmel. Aber der ganze übrige Körper mit den 7 Hauptſternen deſſelben ſteht rechts von der Milchſtraße. Unter jenen 7 Sternen befinden ſich zwei erſter Größe, nämlich α oder **Beteigeuze** in der rechten Schulter und β oder **Rigel** im linken hochaufgezogenen Fuße der Figur (R. XII.). Vier ſind zweiter Größe, nämlich γ oder **Bellatrix** in der rechten Schulter und die drei in einer Linie ſtehenden des Gürtels,

welche auch der **Jacobsſtab** oder die 3 Könige genannt werden. Der untere links, der an der Schwertſpitze ſteht und mit den übrigen ſich zu einem Andreaskreuze verbinden läßt, ſowie *o* im Knopfe des Schwertes ſind dritter Größe. In der Mitte zwiſchen dieſen beiden ſtehen 2 Sterne vierter Größe im Wehrgehenk und zwiſchen dieſen der bekannteſte, ſchon dem ſcharfen Auge erkennbare **Nebelfleck des Orion**, deſſen ſeltſame, auf der oben erwähnten Tafel zu Littrow's kosmologiſchen Betrachtungen deutlich abgebildete Geſtalt in guten Fernröhren einen ſehr intereſſanten Anblick darbietet. In der hocherhobenen linken bis in die Nähe des Aldebaran ausgeſtreckten Hand, die durch vier kleine Sterne bezeichnet iſt, hält Orion ein Thierfell, deſſen Rand durch 5 Sterne vierter Größe angedeutet wird, welche ſich in etwas gekrümmter Linie von der Hand bis halb zum Rigel hinabziehen. Das Ende derſelben und noch beſſer der obere Stern des Jacobsſtabes können auch dazu dienen, die Lage des Aequators zu beſtimmen. Endlich findet das Auge in der Entfernung der beiden Sterne erſter Größe noch einen Maßſtab für einen Raum von 20° Decl. am Himmel, und in der Länge des Jacobsſtabes für einen Raum von c. 3°, in dem Abſtande der beiden untern des Kreuzes für einen Raum von 10°.

Als mythologiſche Perſon war Orion, der Sohn des Hyrieus, ein berühmter Jäger und ungeheurer Rieſe, der noch in der Unterwelt das Wild mit der eiſernen Keule jagte, die er auf der Oberwelt geführt hatte. Von ſeinem Vater Poſeidon (Neptun) hatte er die Gabe erhalten, auf dem Meere zu gehen; nach Andern war er ſo groß, daß er mit den Schultern aus dem Meere hervorragte. Artemis (Diana) erſchoß ihn, nach Einigen aus Eiferſucht gegen Aurora, nach Andern verleitet von ihrem Bruder Apollo, der ſie aufforderte, ihre Kunſt durch einen Schuß auf einen in weiter Ferne aus dem Meere hervorragenden Punkt zu beweiſen. Darauf wurde er mit ſeinen Hunden an den Himmel verſetzt.

44. Von dieſen findet ſich der eine, der **kleine Hund** (canis minor), links neben der Milchſtraße unter den Zwillingen. Er beſteht nur aus 2 Hauptſternen, von denen der obere im Ohre des Hundes dritter Größe, der untere aber im Bauche deſſelben ein Stern erſter Größe iſt **(R. XII.)**. Dieſer führt den Namen **Procyon** (der Vorhund), weil er, obgleich weiter links, doch wegen ſeiner nördlichen Declination früher aufgeht als der große Hund. Denn, verfolgt man beide Sterne in ihrer ſchräg aufſteigenden Drehung, ſo wird man finden, daß Procyon nach nahe $4\frac{1}{2}$ Stunden, etwas links vom Beobachtungsplatze, ungefähr in O. z. N., aufgehen müſſe, Sirius hingegen erſt nach 6 Stunden, ungefähr an der Stelle, wo jetzt Deneb-Kaitos ſteht, in OSO. über dem Horizonte erſcheinen könne.

45. Zwiſchen dem kleinen Hunde und dem Orion ſteht das **Einhorn** (monoceros) und zwar mit ſeinem Vordertheile faſt ganz in der Milchſtraße, mit dem Hintertheile dagegen links von derſelben; und hier

zieht es ſich mit ſeinem Schweife gegen Alphard in der Waſſerſchlange, mit den Beinen aber, die nur einen Stern fünfter Größe haben, in die große Sternwüſte unter der Waſſerſchlange gegen die Logleine hinab (R. XVIII.). Bei dieſer großen Ausdehnung iſt es ſchwer zu erkennen, weil ſogar von den Hauptſternen keiner über die vierte Größe hinausgeht und auch dieſe weit zerſtreut ſind. Es kann daher zur Beſtimmung des Aequators nicht gut gebraucht werden, ungeachtet dieſer ſich mitten durch daſſelbe zieht. Zwiſchen 0° und 10° ſüdl. Decl. enthält es mehrere Nebelflecke, aber ſie ſind mit unbewaffneten Augen nicht wahrzunehmen.

46. Noch findet ſich unter dem Einhorn an der linken Seite der Milchſtraße ein kleines Sternbild, aus 3 rechtwinkelig ſtehenden Sternen vierter Größe und einigen kleinern beſtehend (R. XVIII.). Es heißt die **Buchdrucker=Werkſtatt** (officina typographica).

47. Gerade gegenüber an der rechten Seite der Milchſtraße erſcheint der **große Hund** (canis major), in deſſen Maule ſich der glänzendſte aller Fixſterne, der **Sirius**, befindet (R. XVIII.). Dieſer heißt vorzugsweiſe der Hundsſtern, und hat durch ſeinen außerordentlichen Glanz von jeher die Aufmerkſamkeit auf ſich gezogen und verſchiedenartige Vermuthungen erregt, welche jedoch von den neueſten Beobachtungen nicht beſtätigt zu werden ſcheinen. Einige ſahen in ihm nämlich den Centralkörper, um welchen ſich das ganze Heer der Fixſterne bewege, alſo zu dieſen in dem nämlichen Verhältniſſe ſtehe, wie die Sonne zu den Planeten. Dagegen aber läßt ſich einwenden, daß Sirius zwei andere Sterne der ſüdlichen Halbkugel, nämlich den Canopus und α Centauri zu wenig an Glanz übertreffe, um auf einen ſolchen Platz einen entſchiedenen Anſpruch zu haben, weil ſein größerer Glanz auch von einer größern Nähe herrühren könne. Auch iſt nach den Beobachtungen des Prof. Argelander die Bewegung der Sonne einer Gegend des Perſeus zugewendet, wo aber nur Sterne zweiter und geringerer Größe ſich befinden. Will man alſo nicht einen dunkeln Centralkörper unſerer Fixſternwelt annehmen, ſo bleibt es wenigſtens zweifelhaft, ob es einen ſolchen giebt. Ueberdies machen die Beobachtungen es wahrſcheinlich, daß ſich mehrere größere und kleinere Partialgruppen von Fixſternen finden, in deren jeder ein Centralkörper die übrigen beherrſcht. So hat es z. B. große Wahrſcheinlichkeit für ſich, daß der größere Stern η in den Plejaden der Centralkörper für die übrigen ſei, ſowie ein Stern in der Krippe u. a. m. Wenigſtens hat ſchon Prof. Beſſel's Beobachtung der Uebereinſtimmung der eigenen Bewegungen in einigen dieſer Gruppen, z. B. in den Plejaden, auf eine phyſiſche Verbindung derſelben geführt, und die Doppelſterne ſind nur die einfachſten jener Syſteme, welche zuſammengenommen unſere Fixſternwelt ausmachen. Endlich bleibt aber auch noch die Möglichkeit, daß gar kein Centralkörper vorhanden ſei, und alle verſchiedenen Partial=Syſteme ſich um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt bewegen,

wie bei den Doppelſternen und vielfachen Sternen oft der Fall zu ſein ſcheint, und Aehnliches bei den Störungsbewegungen in unſerm Planetenſyſteme vorkommt, wenn man die Hauptumlaufsbahnen hinweg denkt.

Andere fanden die Urſache des überwiegenden Glanzes in der *größeren Nähe*, alſo darin, daß Sirius uns unter allen Fixſternen der nächſte ſei, und *Herſchel* gründete darauf ſeine Methode, die Entfernung der Fixſterne von uns nach dem Verhältniſſe ihres Glanzes durch *Siriusweiten* zu beſtimmen. Seitdem aber die Parallaxe mehrerer Sterne gefunden iſt, dürfte davon wohl nicht weiter Gebrauch zu machen ſein. Sind die neueſten Beobachtungen von *Maclear* und *Henderſon* am Cap richtig, ſo beträgt die Parallaxe des Sirius beiläufig ¼ Secunde, folglich muß ſeine Entfernung faſt die nämliche ſein, wie von α Lyrae, bei dem Struve ſie zu 0,2613, alſo ſehr wenig über ¼ Secunde fand. Dagegen hat der viel ſchwächere 61 des Schwans eine Parallaxe von 0,3483, alſo über ⅓ Secunde, iſt alſo ungeachtet ſeines ſchwachen Glanzes weit näher.

Außer dem Sirius hat aber der große Hund noch 4 Sterne *zweiter* Größe, von welchen der eine neben ihm in der linken Vorderpfote, zwei im Hintertheile, und der unterſte links im Schweife ſtehen, einer Menge kleinerer von dritter, vierter und geringerer Größe nicht zu gedenken, von denen γ *veränderlich* iſt. Die unterſten derſelben kommen aber der Grenze der Sichtbarkeit ſchon ſo nahe, daß ſie nur ſichtbar werden, wenn Sirius ſeiner mitternächtlichen Culmination nahe iſt.

Da das *Schiff Argo* zwar noch etwas höher als die unterſten Sterne des großen Hundes mitten in der Milchſtraße beginnt, ſo könnte deſſen Beſchreibung hierher gezogen werden. Aber beiweitem die meiſten und wichtigſten Sterne deſſelben liegen für die Bewohner von Mittel-Europa jenſeits der Grenze der Sichtbarkeit, daher es angemeſſener ſcheint, die Beſchreibung bis zu der Abtheilung aufzuſchieben, welche über dieſe Grenze hinausgeht. Ich werde daher jetzt rechts und zwar zuerſt zu den wichtigeren in der Nähe des Aequators fortſchreiten, um dann die höchſt unbedeutenden in der großen Sternwüſte längs der Sichtbarkeitsgrenze kurz zu berühren.

48. Gleich rechts vom Sirius und unter dem Orion findet ſich der **Haſe (lepus)**, deſſen 3 Hauptſterne dritter Größe ein gleichſchenkliges Dreieck bilden, und mit 3 und 3 Sternen vierter Größe zwei concentriſche Bogen beſchreiben, durch dieſe eigenthümliche Configuration auf einem kleinen Raume aber ſich ziemlich leicht kenntlich machen (**K. XVIII.**).

49. Darunter erſcheint nahe der Sichtbarkeitsgrenze die **Taube (columba)**. Dieſe iſt durch 3 Sterne zweiter, dritter und vierter Größe, die in einem ſtumpfwinkligen Dreiecke nahe zuſammenſtehen, kenntlich genug, aber ſie erhebt ſich nur bei ihrer Culmination ein wenig über den Horizont und ſchon unter 55° werden ihre unterſten Sterne ganz unſichtbar.

50. Aus dem Rigel des Orion entſtrömt gleichſam der **Eridanus**, ein mythologiſcher Fluß, deſſen in den Erzählungen der Argonautenfahrt erwähnt wird, und der ſeinen Namen vom Phaëton haben ſoll, der zuerſt Eridanus hieß und dem Fluſſe ſeinen Namen gab, weil er bei ſeiner unglücklichen Fahrt mit dem Sonnenwagen vom Jupiter in jenen hinabgeſchleudert ward. Die Sage, daß die am Ufer weinenden Schweſtern in Pappeln und ihre Thränen in Bernſtein verwandelt wären, ſcheint auf einen nordiſchen Fluß in Polen oder Preußen hinzudeuten; doch ward der Name bei erweiterter Erdkunde bald dieſem bald jenem Strome beigelegt und blieb zuletzt dem Po in Italien.

Das Sternbild ſelbſt iſt eins der ausgedehnteſten am Himmel und ſchlingt ſich mit großen Krümmungen bis zum ſechszigſten Grade ſüdl. Decl. hinab, wo es mit einem Sterne erſter Größe α oder **Achernar** endigt. Der Stern dritter Größe zunächſt bei Rigel iſt mit β bezeichnet, und von dieſer, ſowie von vierter und geringerer Größe, hat es eine große Menge, aber nur einen, nämlich γ, etwa 20° rechts vom Rigel, der von zweiter Größe iſt. Da, wo ſeine anfangs weſtliche Richtung (rechts) mit einer großen Krümmung in eine öſtliche (links) übergeht, windet er ſich unter den Vorderfloſſen des Walfiſches durch, und kurz vor der Sichtbarkeitsgrenze verwandelt ſich die öſtliche Richtung abermals in eine weſtliche, bis er jenſeits des mittlern Meridians Achernar erreicht (**R. XVIII. XVII. u. XX.**).

Nur der obere Theil zwiſchen Rigel nebſt Haſe und dem Walfiſch wird am Ende dieſer Aequinoctial-Periode von 10 Uhr Abends an ſichtbar, in den Wintermonaten aber wird er bequemer beobachtet, weil er ſich dann bis zur Grenze der Sichtbarkeit über den Horizont erhebt, am beſten im December und Januar, weil er dann ſchon einige Stunden vor Mitternacht culminirt, wie aus der römiſchen Ziffer XI zu erſehen iſt, welche anzeigt, daß der Anfang deſſelben im November ſeine mitternächtliche Culmination hat.

51. Jetzt iſt auf dieſer Seite nur noch ein einziges bedeutendes Sternbild übrig, der **Walfiſch** (cetus), von dem zur Zeit ſchon einige Sterne ſich über den Horizont erhoben haben, die meiſten aber unter demſelben ſtehen. Die Erkennung dieſes Sternbildes wird in dieſer Jahreszeit dadurch ſehr erleichtert, daß der Stern zweiter Größe, Deneb-Kaitos oder β Ceti, zur Beobachtungszeit in OSO. gerade im Horizonte ſteht und links bis über O. z. S. noch 2 Sterne dritter neben und einen derſelben Art über ſich hat; nebſt einem Sterne vierter Größe rechts über dem Horizonte. Dieſe alle ſitzen im Rücken und Schweife des Walfiſches (**R. XVII.**). Dazu kommt noch die Nähe des Fomahant, der dann gerade in SO. aufgeht. Kommt man nun nach 2 — 3 Stunden zur Beobachtung zurück, ſo iſt auch der ganze übrige Theil des Walfiſches aufgegangen, nachdem Menkar oder α Ceti im Maule des Walfiſches,

der andere Stern zweiter Größe, ſchon lange vorher ſichtbar geworden iſt. Mit dieſem bilden 2 Sterne dritter Größe γ und δ im Maule und Halſe ein flaches Dreieck.

Legt man nun durch α und γ eine gerade Linie, ſo kommt man in nahe gleichem Abſtande wie jene zu dem merkwürdigſten aller veränderlichen Sterne, der zuerſt vor den übrigen als ſolcher bekannt ward und ein ſolches Erſtaunen erregte, daß man ihn **Mira** (den Wunderbaren) oder Mira Ceti nannte. Hr. Mädler ſagt darüber Folgendes: „Am 13. Auguſt 1596 fand David Fabricius, Prediger zu Oſtell in Oſtfriesland, dieſen Stern als dritter Größe, und konnte ihn nachher nicht wiederfinden. Da noch gar kein Beiſpiel veränderlicher Sterne bekannt war, ſo hielt er denſelben für wirklich verſchwunden. Erſt Holwarda in Franeker ſah ihn 1638 wieder und bemerkte ſeine Veränderlichkeit. Er iſt ſeit 1660 fleißig beobachtet worden und ſeine Periode iſt beſſer bekannt als bei den meiſten übrigen. In ſeinem Maximo (dem höchſten Glanze) hat er nicht jedesmal gleiche Helligkeit, gewöhnlich erreicht er die zweite oder dritte, einige Male nur die vierter Größe, auch ſelbſt von der erſten wollen ihn Einige beobachtet haben. Sein Licht iſt ſtark röthlich, und Struve konnte die rothe Farbe ſelbſt dann noch erkennen, wenn er im ſchwächſten Lichte und gewöhnlichen Ferngläſern bereits verſchwunden war. Ein ſchwacher Begleiter ſteht neben ihm, zeigt aber weder Veränderlichkeit, noch eine beſondere Farbe. Merkwürdig iſt noch der Umſtand, daß er nur 40 Tage braucht, um von der ſechſten Größe (wo er ſcharfen Augen ſichtbar zu werden anfängt) bis zum Maximo zu wachſen, 66 hingegen, um wieder bis zur ſechſten abzunehmen. Da ſeine Periode vom Erdjahre nicht ſehr verſchieden iſt, ſo kann er einige Jahre nach einander unſichtbar bleiben, denn vom April bis Juli iſt er, der Nähe der Sonne wegen, unſichtbar; fällt alſo ſein Maximum in dieſe Zeit (was 3 bis 4 Jahre nach einander geſchieht); ſo kann er, wenn er wieder Nachts über dem Horizonte ſteht, nur mit Fernröhren aufgefunden werden. Bianchi zu Mailand hat in neueſter Zeit Beobachtungen über dieſen Stern angeſtellt und gefunden, daß er um die Zeit ſeines ſchwächſten Lichtes dem kleinen 2¼ Minuten öſtlich von ihm abſtehenden Begleiter, der nahe die elfte Größe hat, an Glanz gleich iſt.“ Daß man ſpäter mehrere ſolcher veränderlichen Sterne gefunden hat, und was man als Urſache dieſer Erſcheinung vermuthet, iſt ſchon oben S. 25 u. f. erwähnt worden.

52. Zwiſchen Menkar und γ Eridani, faſt in der Mitte, liegt noch ein kleines Sternbild, die **Harfe** (harpa), welches aber nur 2 Sterne vierter Größe und einige kleinere enthält.

Der ganze übrige Theil des Himmels bis zur Sichtbarkeitsgrenze vom Eridanus an bis zum Fomahant, und jenſeits deſſelben bis zum Schützen, und von da abwärts bis zum Pfau, iſt von allen größeren

Sternen gänzlich entblößt, ſo daß der ſüdliche Fiſch wie eine Oaſe in der Wüſte erſcheint und man dieſe Gegend des Himmels füglich die lange Sternwüſte des Fomahant nennen könnte. Die unbedeutenden Sternbilder, welche dort erſt in neuerer Zeit, wie ſchon die Namen zeigen, angenommen ſind, haben außer dem chemiſchen Apparate keinen einzigen Stern dritter und vierter Größe, daher ich dieſelben auf der Solſtitial-Anſicht ganz weggelaſſen habe. Doch ſind ſie auf der Aequinoctial-Anſicht hinzugefügt, um ihre Stelle anzudeuten.

53. Der **chemiſche Apparat** (apparatus chemicus) hat, wie eben erwähnt iſt, noch einen Stern dritter und einen andern vierter Größe nebſt 2 ſehr kleinen.

54. Die **electriſche Maſchine** (machina electrica) hat nur einen einzigen Stern fünfter Größe.

55. Die **Bildhauer-Werkſtatt** beſteht aus 5 Sternen fünfter und ſechſter Größe.

56. u. 57. Rechts vom ſüdlichen Fiſche ſtehen noch der **Luftballon** und das **Microſcop**, beide mit nur 2 ſehr kleinen Sternen.

Vierte Abtheilung. D.

Sternbilder der Untergangsſeite, die zur Zeit ſchon untergegangen ſind, bis zur Sichtbarkeitsgrenze.

Wenn auch die Sterne der Aufgangsſeite zur Zeit der Beobachtung noch unter dem Horizonte ſtehen, ſo kann man dieſelben doch noch in der nämlichen Jahreszeit zur Anſchauung bringen, wenn man die Beobachtungszeit verſpätet; vorzüglich gilt dieſes vom Monat October, wo dieſe ſo früh am Abend iſt, daß bis Mitternacht noch alle Geſtirne dieſer Seite ſich über den Horizont erheben. Anders aber iſt es bei der Untergangsſeite. Hier ſind die Zeiten für die Beobachtung faſt gerade ſo früh angeſetzt, als die Dämmerung letztere erlaubt, und nur ſelten wird man noch einige von den Sternen erblicken können, welche auf der Zeichnung unter dem Horizonte, oder auch nur in demſelben ſtehen. Denn, wenn auch die Refraction oder Strahlenbrechung ſie etwas über ihren wirklichen Standort erhebt, ſo können doch nur ſehr ſtark leuchtende Sterne mit ihren Strahlen die Dünſte des Horizontes durchdringen. Was aber einmal untergegangen iſt, das iſt größtentheils für dieſe Jahreszeit ganz unſichtbar geworden. Denn nur diejenigen Sterne, welche nicht über 30° nördl. Decl. haben, kommen nach nur 3 Stunden der Unſichtbarkeit wieder zum Vorſchein und die nördlicheren in noch kürzerer Zeit;

die Sterne des Aequators aber brauchen ſchon 6 Stunden bis zum neuen Aufgange, erſcheinen folglich erſt um Mitternacht und die ſüdlichſten erſt nach der Morgendämmerung oder gar mit dem Aufgange der Sonne, wo die Wahrnehmung derſelben gänzlich aufhört. Dieſes gilt mehr oder weniger von allen Geſtirnen dieſer Abtheilung, daher dieſelben in einer andern Jahreszeit beobachtet werden müſſen, obgleich die Beſchreibung, um die Reihenfolge nicht zu ſtören, nach Tafel I. B fortgeſetzt wird. Jene beginnt auf der linken Seite mit der geſpaltenen Milchſtraße, verfolgt dann die auf der Ekliptik nahe unter dem Horizonte ſtehenden Himmelszeichen und fügt dann die noch übrigen Sternbilder hinzu.

58. Zwar ſteht von dem Himmelszeichen des **Scorpions** (scorpius) noch ein Theil ſeines rechts außerhalb der Milchſtraße befindlichen Oberkörpers zur Beobachtungszeit in und über dem Horizonte; doch wird man, zumal in Gegenden von mehr als 50° N. Br. viele Mühe haben, ſelbſt ſeinen leuchtenden Stern erſter Größe, α Scorpii oder **Antares**, der im Leibe des Scorpions ſitzt (**R. XV.**), anders als in der letzten Abenddämmerung zu erblicken, und wenigen Liebhabern mag es gelungen ſein, ſeiner anſichtig zu werden. Denn wegen ſeiner ſtarken ſüdlichen Declination erhebt er ſich auch bei ſeiner Culmination nur etwa 15° über den Horizont, und beſchreibt ſeinen flachen Bogen über demſelben in etwa 7 Stunden. Das Schlimmſte aber iſt, daß die Zeit ſeiner mitternächtlichen Culmination in den Ausgang des Maimonats fällt, wo in den höheren Breiten die hellen Nächte bereits alle Beobachtung hindern. Für dieſe bleibt alſo kein anderer Ausweg, wenn ſie ihn bequem beobachten wollen, als die Morgenſtunde in der Mitte Januars zu benutzen, wo er vor der Morgendämmerung culminirt.

Außer dem Antares iſt β im Kopfe ein Stern zweiter Größe, der dicht über der Ekliptik ſteht und von dem ſich zu beiden Seiten ein fächerartiger Bogen von noch 4 andern Sternen, deren 2 dritter Größe ſind, zur Rechten um den Antares zieht. Von dieſem geht eine gekrümmte Linie von 8 Sternen dritter Größe im Schwanze des Scorpions durch beide Arme der Milchſtraße, doch liegen die drei ſüdlichſten der Krümmung ſchon jenſeits der Sichtbarkeitsgrenze.

In dieſem Sternbilde befindet ſich eine der großen ganz ſternleeren Regionen, da doch ſonſt faſt überall mächtige, raumdurchdringende Fernröhre etwas, ſeien es auch nur teleſcopiſche Sterne 20ſter bis 24ſter Größe oder leuchtende Nebel wahrnehmen. Solche leere Stellen, von denen ſich eine im Scorpion und eine andere in dem Schenkel des Schlangenträgers befindet, werden von Herſchel I. **Oeffnungen im Himmel** genannt. In der Nähe beider, nahe an ihrem Rande, befinden ſich unauflösliche Nebelflecke, und zwar iſt der, welcher am weſtlichen Ende der 4° breiten Oeffnung im Scorpion ſteht, einer der reichſten und zuſammengedrängteſten Haufen kleiner Sterne, welche den Himmel zieren. Auch

ſchreibt Herſchel der Anziehung und haufenbildenden Kraft dieſer Randgruppen die Oeffnungen ſelbſt als ſternleere Regionen zu. Es ſind, ſagt er, Theile unſerer Sternſchicht, die bereits große Verwüſtungen von der Zeit erlitten haben (Kosmos I, S. 159).

59. Gleich rechts von dem Scorpion gelangt man zum Himmelszeichen der **Wage** (libra), welches gleichfalls bisher übergangen wurde, weil zur Beobachtungszeit zwar noch einer ſeiner beiden Hauptſterne, nämlich β, noch in W. z. S. über dem Horizonte ſteht, der größere Theil des Sternbildes aber ſchon untergegangen iſt. Von dieſen beiden Hauptſternen, welche zweiter Größe ſind, ſteht einer in jeder Wagſchale (R. XIV.) und der ſüdlichſte, ſowie β Scorpii in der Ekliptik. Die übrigen ſind nur vierter und geringerer Größe. Im April kann man das Sternbild noch beobachten, da es erſt Anfang Mais ſeine mitternächtliche Culmination hat. Dann ſtehen aber die beiden Hauptſterne nahe parallel mit dem Horizonte und erſcheinen zwiſchen 9 und 10 Uhr Abends über demſelben in OSO.

Vor 2000 Jahren ſtand die Sonne während des Herbſt-Aequinoctiums in dieſem Zeichen und erhielt von der Gleichheit der Tage und Nächte ſeinen Namen; jetzt aber iſt das Herbſt-Aequinoctium wegen der Präceſſion der Nachtgleichen ſchon bis zur Jungfrau zurückgewichen, ſowie das Frühlings-Aequinoctium von dem Sternbilde des Widders auf den öſtlichen Fiſch übergegangen iſt.

60. Weithin, über 45 Grade des Aequators, und zwar theils über demſelben, theils unterhalb bis zur Ekliptik, dehnt ſich das Himmelszeichen der **Jungfrau** (virgo) aus. Die Figur derſelben (eigentlich die Proſerpina, eine Tochter Jupiters und der Ceres und Gemahlin Pluto's vorſtellend) ſteht mit den Füßen und ihrem langen, mit kleinen Sternen umſäumten Gewande gegen die Wage, mit dem Kopfe gegen den Löwen, ſtreckt die rechte, einen Palmzweig haltende Hand gegen den Arcturus und die linke mit der Aehre gegen Spica (R. XIV). Dieſe **Spica** oder Kornähre, an der Spitze der Garbe, iſt ein Stern erſter Größe, alle übrigen gehen nicht über die dritte hinaus. Von dieſen ſtehen 3, über und rechts von der Spica im Aequator, und zwar η gleich links vom Herbſtpunkte, alſo 180° Rectaſc., ein vierter β im Flügelgelenk an der abſteigenden Ekliptik, δ in der rechten Hüfte und ε im rechten Vorderarme. Zwiſchen dem letztern und Denebola im Löwen, alſo im obern Theile des rechten Flügels, befindet ſich die vom Prof. Mädler auf Tafel X. ſeiner Popul. Aſtron. in großem Maßſtabe dargeſtellte Hauptgruppe der Nebelflecke, die über 2° Decl. und 5° Rectaſc. ausgebreitet iſt und gegen 35 Nebelflecke enthält. Die meiſten zeigen nach der Mitte zu eine Verdichtung, oft eine ſternförmige; nur wenige ſind auflösbar, was dort durch Punktirung des Grundes angedeutet iſt. Man findet hier mehrere **Doppelnebel**, d. h. ſolche, die durch ihr nahes Zuſammenſtehen und ſon-

ſtige Uebereinſtimmung auf eine engere phyſiſche Verbindung hinzudeuten ſcheinen und ſo eine Aehnlichkeit mit den Doppelſternen zeigen. Einige ſind lichtſtark genug, um in günſtigen Nächten (die Mitternächte des April) ſchon mit mäßigen Fernröhren von 3—4 Zoll Oeffnung wahrgenommen zu werden; doch erreicht keiner den Glanz der ſtärkſten, wie Orions und Andromeda's Nebelflecke ihn zeigen.

Dieſe Nebelflecke der Jungfrau ſcheinen zu einer **Milchſtraße von Nebelflecken** zu gehören, welche die bekannte andere Milchſtraße oder Sternſchicht, zu welcher unſer Sonnenſyſtem wahrſcheinlich gehört, beinahe rechtwinkelig durchſchneidet. Jene gehört nicht zu dieſer, ſondern umgiebt dieſe ohne phyſiſchen Zuſammenhang mit ihr in großer Entfernung und zieht ſich faſt in der Geſtalt eines größeſten Kreiſes durch die dichten Nebel der Jungfrau, durch das Haupthaar der Berenice, den großen Bären, den Gürtel der Andromeda und den nördlichen Fiſch. Sie durchſchneidet wahrſcheinlich die eigentliche Milchſtraße in der Caſſiopea und hat ihre Pole in ſternarmen Gegenden (Kosmos I.).

Noch iſt zu bemerken, daß der mittlere der 3 Sterne im Aequator, nämlich γ, ein Doppelſtern iſt, deſſen Umlaufszeit, die längſte unter den bisher bekannten, ſich nach Struve mit ziemlicher Sicherheit auf 513 Jahre beſtimmen läßt, wie auch, daß ε, der nördlichſte jener Hauptſterne und hellſte, den beſondern Namen Vindemiatrix (die Weinleſerin) trägt, weil er nach Plinius, Hist. nat. XVIII, 31, die Reife der Weintrauben verheißt. Von den übrigen Sternen ſind etwa 5 vierter Größe und die übrigen kleiner. Die meiſten von dieſen ſtehen im Saume des Gewandes.

61. Das darauf folgende Himmelszeichen, der **Löwe** (leo), wird durch 3 ausgezeichnete Sterne charakteriſirt, die in der Form eines großen rechtwinkeligen Dreiecks zuſammenſtehen und zwar ſo, daß die lange Cathete faſt mit der Ekliptik parallel iſt, die kurze zur Rechten dagegen in der Ekliptik mit einem Sterne erſter Größe endigt, welcher **Regulus**, auch Herz des Löwen (cor leonis) genannt wird, und, zumal wenn zugleich Spica und Antares ſichtbar ſind, den Gang der Ekliptik vortrefflich bezeichnet. Die beiden übrigen ſind zweiter Größe, doch ward β früher als ein Stern erſter Größe geſehen und von den Arabern Denebola genannt. Er ſteht im Schweife des Löwen (R. XIII.). In der Nähe dieſer beiden Sterne finden ſich noch 5 dritter und einige vierter Größe, die meiſten kleinen dagegen in den Füßen nahe der Ekliptik.

Doch hat auch der dritte der großen Hauptſterne, nämlich γ, eine beſondere Merkwürdigkeit. In den bekannten **Sternſchnuppen**-Nächten des 12. und 13. Novembers, wo im Jahre 1833 innerhalb 9 Stunden wenigſtens 240000 Sternſchnuppen beobachtet wurden, und auch in den Jahren 1834 und 1837 ſich ganze Schwärme zeigten, bemerkte man, daß ſie alle aus der Gegend von γ leonis zu kommen ſchienen, indem ſie

ſich rückläufig gegen die Erdbahn mit einer planetariſchen Geſchwindigkeit von 4 bis 9 Meilen in der Secunde bewegten. Darauf gründet der weltberühmte Al. v. Humboldt in ſeinem neueſten Werke „Kosmos“ die Vermuthung, daß in dieſer Richtung ſich einer der Knoten eines Ringes von zahlloſen Aſteroiden befinde, der, wie der Biela'ſche Komet, aber rückläufig, hier die Erdbahn durchſchneidet. Eben ſo regelmäßig iſt der Strom des heil. Laurentius, zwiſchen dem 9. und 14. Auguſt; aber dieſe kamen im J. 1839 alle aus einem Punkte zwiſchen Perſeus und Stier. Die dritte Periode der Sternſchnuppen-Schwärme findet ſich am 12. und 13. Mai, und ſcheint mit den verrufenen kalten Tagen Mamertus, Pancratius und Servatius in Verbindung zu ſtehen.

62. Die fünf Hauptſterne des **Krebſes** (cancer), des letzten Himmelszeichens, ſind nur vierter Größe, und würden daher ſchwer aufzufinden ſein, wenn nicht die Stellung derſelben zwiſchen zwei ſehr kenntlichen Sternen und vorzüglich der helle Schimmer, den ein dem unbewaffneten Auge erkennbarer Sternhaufen in demſelben verbreitet, zu Hülfe kämen. Zieht man nämlich in Gedanken eine gerade Linie vom Pollux in den Zwillingen gegen Regulus im Löwen, ſo findet man auf $^2/_5$ des Abſtandes von erſterem nahe unter jener Linie, zwiſchen γ und δ cancri, den merkwürdigen Sternhaufen, der die **Krippe** (praesepe) heißt und dem Auge als ein kleines blaſſes Wölkchen von der Größe des Vollmonds erſcheint, in guten Fernröhren aber ſich in eine Menge von Sternen auflöſt, unter denen etwa 30 ſich gut unterſcheiden laſſen. Er hat daher große Aehnlichkeit mit den Plejaden und unterſcheidet ſich nur dadurch, daß die Sterne theils kleiner ſind, theils näher bei einander ſtehen, und daher dem bloßen Auge nicht mehr einzeln erkennbar ſind.

Auch die Sterne zu beiden Seiten der Krippe haben beſondere Namen; γ heißt der **nördliche Eſel** (asellus borealis), δ der **ſüdliche Eſel** (asellus australis), ſodaß alſo hier 3 Sternbilder gleichſam in einander geſchoben ſind, über deren mythologiſche Bedeutung verſchiedene Anſichten bei den Alten herrſchten. Nach Einigen nämlich ſei der Krebs vom Jupiter in den Himmel verſetzt, weil er eine von ihm verfolgte Nymphe aufgehalten habe. Nach Andern ſoll es derjenige ſein, den Herkules im Kampfe mit der Lernäiſchen Schlange zertrat, weil er ihm hinderlich war, und Juno, die ihm dies Hinderniß verurſachte, habe den Krebs unter die Sterne verſetzt. Wahrſcheinlicher erhielt das Sternbild ſeinen Namen daher, weil einſt die Sonne in demſelben ſtand, wenn ſie nach dem Sommer-Solſtitium rückwärts zu gehen, d. h. wieder gegen den Horizont herabzuſinken begann. Die beiden Eſel aber ſollen diejenigen ſein, die den Jupiter im Streite gegen die Giganten unterſtützten entweder durch ihr Geſchrei, oder dadurch, daß ſie dem Vulkan, der mit den Faunen dem

Jupiter zu Hülfe kam, als Laſtthiere dienten; und auf dieſe Eſel bezieht ſich dann wieder die Krippe (R. XIII.).

Endlich findet ſich auch noch unter der Ekliptik auf dem Meridiane von 120°, alſo unmittelbar am Rande der Zeichnung, der kleine *Doppelſtern* ζ, deſſen Umlaufszeit nach *Struve* ſich mit ziemlicher Sicherheit auf 56 Jahre beſtimmen läßt.

63. Der ganze noch übrige Raum zwiſchen den Himmelszeichen und der Sichtbarkeitsgrenze wird hauptſächlich von der großen **Waſſerſchlange** (hydra) nebſt vier kleinen auf ihr ſtehenden Sternbildern ausgefüllt. Sie erſtreckt ſich in vielfachen Krümmungen über einen ganzen Quadranten des Himmels von der äußerſten Scheere des Scorpiones nahe in 30° ſüdl. Decl. bis unter dem Kopfe der Jungfrau und ſteigt von da bis über den Aequator empor, wo ihr Kopf mit einem geſchobenen Viereck von Sternen vierter Größe links vom Procyon unter 10° nördl. Decl. endigt (R. XIII. u. XIX.). Sie hat nur einen Stern *zweiter* Größe, α oder *Alphard*, der früher zu den Sternen erſter Größe gerechnet ward, alſo an Glanz beträchtlich abgenommen haben muß. Auf dieſen folgen mehrere vierter und geringerer Größe bis unter Spica 3 Sterne dritter Größe nahe am Schweife ſtehen. Von dieſen gehört γ zu den veränderlichen Sternen und hat eine Periode ſeines Maximums von 494 Tagen.

64. Am äußerſten Ende des Schweifes ſteht auf demſelben unter α librae und neben γ Scorpii der **Einſiedlervogel** (eremita), der nur der Vollſtändigkeit wegen hier ſteht, da ſeine 3 äußerſt kleinen Sterne die Auffindung deſſelben ſchwerlich erlauben werden (R. XIV.).

65. Kenntlicher iſt der **Rabe** (corvus), deſſen nahe zuſammenſtehende 4 Sterne vierter Größe rechts von γ hydrae ihn hinreichend bezeichnen (R. XIX.).

66. Schwerer iſt der **Becher** (crater) zu erkennen, weil er nur Sterne vierter Größe enthält, die jedoch ziemlich nahe zuſammenſtehen und mehrere kleinere neben ſich haben (R. XIX.).

67. Sehr ſternleer aber iſt der **Sextant** (sextans), in dem ſich nur ein Stern vierter Größe unmittelbar über dem Aequator beim 150ſten Meridian befindet. Dort iſt ſeine Stelle mit dem Namen angedeutet. Die wenigen übrigen kleinen Sterne ſind für den Liebhaber ſchwer aufzufinden (R. XIII.).

Sind aber ſchon dieſe vier Sternbilder über der Waſſerſchlange unbedeutend und ſchwer zu erkennen, ſo ſind die unterhalb derſelben dieſes in einem noch weit höhern Grade. Es iſt vielmehr zwiſchen der Waſſerſchlange und der Sichtbarkeitsgrenze eine ähnliche **Sternwüſte**, wie ſie ſich unter dem Walfiſche und Waſſermanne auf der Aufgangsſeite fand, ſodaß ſich auf beiden Himmels-Halbkugeln links von der Milchſtraße oberhalb 40° ſüdl. Decl. 2 ſolche Sternwüſten gegenüber ſtehen, von denen

die rechts vom Eridanus ausgehende länger, die andere aber unter der Waſſerſchlange breiter iſt. Alle hier befindlichen Sternbilder ſind erſt in neuerer Zeit aufgeſtellt und beſtehen aus ſo wenigen und ſo kleinen Sternen, daß ſie den Liebhaber eben ſo wenig intereſſiren, als von ihm, zumal in dieſen für die Beobachtung ſo ſchwierigen Gegenden des Himmels, erkannt werden können. Nur für den Fall, daß eine Himmelserſcheinung nach denſelben bezeichnet werden könnte, habe ich auf dieſer Tafel ſie an ihre Stelle geſetzt, auf der zweiten aber ſie ganz weggelaſſen, damit auf derſelben dieſe wüſten Regionen deſto deutlicher in die Augen fallen möchten.

68. Das erſte dieſer kleinen Sternbilder, die **Luftpumpe** (antlia pneumatica) hat doch noch einen einzigen Stern vierter Größe, der bei allen übrigen nicht zu finden iſt. Er ſteht gerade auf 30° ſüdl. Decl. und links nahe dem Meridiane des Regulus (R. XIX.).

69. Auf der geraden Linie zwiſchen hier und Alphard, ungefähr auf der Hälfte des Abſtandes, findet ſich die **Katze** (felis) mit 3 ſehr kleinen Sternen (R. XIX.).

70. In der **Loglinie** laſſen ſich kaum ein paar Sternchen wahrnehmen, und

71. in der Mitte des **Compaſſes** (pyxis nautica) iſt nur ein einziges zu finden (R. XVIII.).

Fünfte Abtheilung. E.

Sterne jenſeits der Sichtbarkeitsgrenze, auf der Untergangsſeite Tafel I. B.

Tritt man jedoch auf der bisher beſchriebenen Untergangsſeite über die Sichtbarkeitsgrenze hinaus, dann kommt dem Auge wieder ein höchſt glänzender und intereſſanter Anblick entgegen. Schon die Geſtalt der Milchſtraße, welche den nun noch übrigen Raum durchſchneidet, hat hier einen eigenthümlichen und merkwürdigen Charakter. Bald nach dem Eintritte in dieſe Region vereinigen ſich die beiden Arme, welche ſeit der Spaltung im Schwane faſt parallel neben einander über mehr als einen Himmels-Quadranten gegangen waren, wieder zu einem Ganzen, welches bald darauf ſo ſchmal wird, als unſere bisherige Betrachtung es uns nirgends zeigte. Dabei trennt ſich ein bedeutender Arm aufwärts und endigt ohne Anſchluß an den Hauptring. Darauf eine Erweiterung, aber mit einer ähnlichen Oeffnung wie beim Kopfe des Cepheus, und gleich dahinter die größeſte Verengung, von wo ſie allmählig ſich wieder erweitert. Dabei zeigt ſich in und neben der Milchſtraße eine überraſchende

Fülle von Sternen erſter, zweiter und dritter Größe, wie ſich jetzt aus der nähern Beſchreibung zeigen wird, bei welcher ich von dem ſchon betrachteten Sternbilde des Scorpions ausgehe, deſſen Schweifſterne, wie oben erwähnt iſt, ſchon in dieſe Region hinübergehen.

72. u. 73. Noch auf der Sichtbarkeitsgrenze zwiſchen dem Scorpionsſchweife und den ſüdlichen Sternen des Schützen liegen 2 kleine Sternbilder, das **aſtronomiſche Fernrohr** und die **ſüdliche Krone** (corona australis), von denen aber nur das Fernrohr 3 Sterne vierter Größe enthält, die übrigen ſind fünfter und ſechſter Größe.

74. Zunächſt unter dem Scorpionsſchweife folgt der **Altar** (altare), deſſen 3 Hauptſterne dritter Größe, von denen die untern ſehr nahe bei einander ſtehen, in einer etwas gekrümmten Linie liegen. Die 4 übrigen ſind vierter Größe (R. XV.).

75. An der andern Seite der Milchſtraße oder vielmehr des abgeſonderten, aufſteigenden Armes derſelben ſteht der **Wolf** (lupus), deſſen 3 Hauptſterne dritter Größe, α, β, γ, in einer etwas gekrümmten Linie liegen und nebſt den vier übrigen vierter Größe ſich gegen Antares ziehen (R. XV.).

76. Dieſem kommt der **Centaur** (centaurus) mit den Sternen ſeines linken Armes κ und η ſo nahe (R. XIX., XV. u. XX.), daß erſterer β lupi faſt berührt, und es ſchwer hält, den beiden Figuren die ihr zugehörigen Sterne zu bewahren. Dann erhebt ſich dieſes große und prachtvolle Sternbild mit den 4 Sternen vierter Größe bis zu 30° ſüdl. Decl. und auch noch die beiden Sterne dritter Größe in ſeinen Schultern können unter 50° N. Br. während der Monate März und April wahrgenommen werden. Alles Uebrige aber bleibt ſtets unter dem Horizonte. Dahin gehören ſchon die zwei ſehr nahen Sterne in ſeinem Rücken, und unter denſelben die 3 Sterne dritter Größe im Leibe des Roſſes, von welchen γ ein Doppelſtern iſt und δ einen Stern vierter Größe nahe neben ſich hat. Vor allen aber ſind die beiden Vorderbeine durch die beiden zu ihnen gehörigen ausgezeichneten Sterne gerade im Anfange des Seitenarmes der Milchſtraße merkwürdig. Von dieſen iſt β ein Stern *zweiter*, α *aber erſter* Größe, einer der hellſten am Himmel, und wahrſcheinlich *der nächſte unter allen Fixſternen*. Denn nach den Beobachtungen, welche *Maclear* und *Henderſon* in neueſter Zeit am Cap angeſtellt haben, beträgt ſeine *Parallaxe noch über* 5 *Secunden*, iſt alſo 20 Mal ſo groß als beim Sirius, bei welchem ſie eine ſolche von ¼ Secunde gefunden haben, und als bei der Capella, wo ſie ſehr wenig größer iſt, desgleichen 15 Mal ſo groß als bei 61 im Schwane. Jene Parallaxe führt aber (nach Mädler) zu einer Entfernung von 200000 Sonnenweiten oder 4 Billionen Meilen, und ſein Lichtſtrahl gelangt in 3 Jahren zu uns. Er hat eine ſehr ſtarke eigene Bewegung und wird von einem Sterne vierter Größe umkreiſt. So *Mädler* Pop. Aſtr. S.

396. Hr. Alex. v. Humboldt „Kosmos" I, S. 92 gibt dagegen demſelben eine Parallaxe von nur 0,9 Secunden und ſetzt die Parallaxe des Sirius derſelben gleich, obgleich die Note S. 388 ebenfalls auf Maclear hinweiſt.

77. Unmittelbar daneben ſteht das ſehr kleine Sternbild des **Cirkels** (circinus), und zwar deſſen einziger Hauptſtern (nur vierter Größe), nebſt einem der beiden kleinern noch in der Milchſtraße, der andere im Zwiſchenraume zwiſchen dieſer und dem kurzen Seitenarme (R. XX.).

78. Links davon erſcheint dagegen wieder ein anſehnliches Sternbild, der **ſüdliche Triangel** (triangulus australis), deſſen 3 Hauptſterne ein gleichſeitiges Dreieck bilden, von dem die Baſis faſt genau in 70° ſüdl. Decl. fällt. Von dieſer iſt der Stern α zweiter, die übrigen beiden, von denen der eine im Rande der Milchſtraße ſteht, ſind dritter Größe (R. XX.).

79. Nicht weit von α Centauri, und unmittelbar hinter der Oeffnung im Knoten der Milchſtraße, ſteht das glänzendſte Sternbild des ganzen Himmels, das **ſüdliche Kreuz** (crux australis), indem hier auf einem kleinen Raume ein Stern erſter, 2 zweiter, einer dritter und einer vierter Größe zuſammengedrängt ſind, außerdem aber in ſeiner Nachbarſchaft rechts γ und δ Centauri und links die 3 Sterne der Biene ſich befinden (R. XX.).

80. Dieſe **Biene** (apis) ſteht auf dem Meridiane des Kreuzes und beſteht aus einem rechtwinkligen Dreieck von 3 Sternen vierter Größe, deſſen Spitze im Rande der größeſten Ausdehnung des Milchſtraßenknotens ſteht, deſſen kleinere Cathete aber dem Süd-Pole zugewendet iſt.

81. u. 82. Näher dem Süd-Pole, ſodaß ſie von dieſer Seite ihn nahe dem achtzigſten Parallelkreiſe faſt umgeben, finden ſich noch 2 aus ziemlich vielen, aber ſehr kleinen Sternen beſtehende Sternbilder, die nur auf Tafel I. angegeben ſind, um ihren Platz zu bezeichnen. Sie ſind der **Paradiesvogel** (manucodiata) und das **Chamäleon** (chamaeleon). Sie werden um ſo ſchwerer zu erkennen ſein, weil die Stelle des Süd-Pols keinen einzigen bedeutenden und leicht erkennbaren Stern, der ſie bezeichnen könnte, in ihrer Nähe hat (R. XX.).

83. In der Milchſtraße folgt auf das Kreuz die **Eiche Karls II.** (quercus Caroli secundi), welche aus 3 Sternen dritter Größe beſteht, und in einer geraden Linie, jedoch in verſchiedenem Abſtande, der Richtung des Meridians folgend quer durch die Milchſtraße ſtreicht. Der Stern η wird von Einigen zur Argo gerechnet.

84. Unmittelbar daneben beginnt nun das ſternreiche und durch viele große Sterne ausgezeichnete, aber über einen großen Raum ausgedehnte und nicht leicht in eine faßliche, leicht erkennbare Configuration zu bringende Sternbild des **Schiffes Argo** (navis Argo), welches noch dazu auf Tafel I., eben wie der Schwan, zerſchnitten werden mußte, indem

zur Zeit des Herbſt-Aequinoctiums die eine Hälfte auf die weſtliche, die andere auf die öſtliche Hemiſphäre fällt. Dieſes macht die ohnehin ſchwierige Auffaſſung noch ſchwerer, und ich muß daher bitten, bei dieſem Bilde, eben wie beim Schwan, die Tafel II. zu Hülfe zu nehmen, wo es auf Figur C unten, nicht weit rechts vom mittlern Meridiane in ſeinem ganzen Zuſammenhange und in ſeiner Verbindung mit den benachbarten Geſtirnen überſchaut werden kann. Hier ſieht man, daß es in der Milchſtraße zwiſchen der Eiche Karl's II. und dem großen Hunde 3 Sterne *zweiter* und einen β **erſter Größe** hat, der jedoch von Mehreren nur zur zweiten Claſſe gerechnet wird und zu welchem rechts von der Milchſtraße in bedeutender Entfernung noch ein anderer *Stern erſter Größe*, α navis oder **Canopus** kommt, deſſen Glanz mit dem Sirius wetteifert. Dieſer war ſchon den alten Aegyptern bekannt, und mußte es ſein. Denn, da er etwa 52° ſüdl. Decl. hat, ſo erreicht er in Oberägypten bei ſeiner mitternächtlichen Culmination um Weihnachten eine ähnliche Höhe über dem Horizonte, wie um eben dieſe Zeit die Sonne in Norddeutſchland am Mittage hat. Hier erhielt er auch ſeinen Namen, welcher die weſtliche Hauptmündung des Nils und eine daran liegende Stadt (unweit des heutigen Roſette), aber auch zugleich ein Symbol der Fruchtbarkeit und des Glücks, ſowie des Höchſten und Heiligſten bezeichnete. Von den Aegyptern nahmen die Griechen dieſen Namen an, denen der Stern bei ihrem reinen Himmel noch einigermaßen ſichtbar war, da er in Athen (38° N. Br.) eben in den Horizont kommt, im Peloponnes und Creta aber ſich ſchon 4 bis 6 Mondsdurchmeſſer hoch über denſelben erhebt. Dem Schiffe Argo, auf welchem Jaſon mit den übrigen Argonauten nach Colchis (am ſchwarzen Meere) fuhr, um dort das goldene Vließ zu holen, konnte er freilich auf der Hinreiſe nicht ſichtbar werden, wohl aber auf der Rückkehr, da es, der Sage nach, die Donau hinaufging, von da viele Meilen weit über Berg und Thal bis ins adriatiſche Meer getragen ward und nach manchen Abentheuern in die afrikaniſchen Syrten gerieth, von wo es endlich glücklich in die Heimath gelangte.

Der Canopus, welcher in einem der Ruderſpitzen ſteht, verbindet ſich durch einen Stern *zweiter* und einen dritter Größe mit dem Hintertheile des Schiffes und durch einen dritter Größe mit dem Vordertheile, welches durch 3 Sterne dritter und einen vierter Größe in der Milchſtraße links neben den untern Sternen des großen Hundes angedeutet wird (K. XVIII. u. XX.). Auch links von der Milchſtraße verbindet noch eine gezackte Linie von Sternen dritter und vierter Größe das Vorder- und Hintertheil des Schiffes und macht an dieſer Seite die Grenze gegen die Sternwüſte der Waſſerſchlange. In der neueſten Zeit, ſeit 1837, hat Herſchel II. am Cap den Glanz des Sternes η in der Argo (jetzt in der Eiche) von der zweiten Größe bis zur erſten prachtvoll anwachſen ſehen. (S. Taf. II.)

Iſt es nun mit Hülfe von Tafel II. gelungen, dieſes an ſich ſchon

ſchwierige Sternbild, welches auch aus mehreren Tafeln Riedig's zuſammengeſetzt werden muß, ſich einigermaßen klar zu machen, ſo wird es auch leichter werden, aus den beiden Figuren der Tafel I., zu welcher wir jetzt zurückkehren, die beiden zerſchnittenen Stücke zuſammenzufügen und damit auf Figur A überzugehen.

Sechſte Abtheilung. F.

Sterne jenſeits der Sichtbarkeitsgrenze auf der Aufgangsſeite Tafel I. Figur A.

---

85. Gehen wir vom Canopus aus rechts zu den übrigen Sternbildern fort, welche ſich auf der Aufgangsſeite jenſeits der Sichtbarkeitsgrenze befinden, ſo zeigt ſich gerade in dieſer und über jenem ein ſehr kleines Sternbild, der **Grabſtichel** (caelum), welches nur aus einem Sterne vierter und einem fünfter Größe beſteht (R. XVIII.).

86. Wichtiger iſt der **Schwertfiſch** (xiphias), gerade rechts vom Canopus. Zwar enthält er nur einen Stern dritter und 2 vierter Größe; aber neben den beiden kleinen Sternen im Kopfe (R. XX.), welche durch eine punktirte Linie mit den Hauptſternen verbunden ſind, befindet ſich der **Süd-Pol der Ekliptik**, gegenüber dem Nord-Pole derſelben, der in der Krümmung des großen Drachen ſteht.

87. Weiter rechts, und zwar auf dem ſechzigſten Parallelkreiſe, erſcheint das kleine Sternbild des Netzes, oder **rhomboidiſchen Netzes** (rete rhomboïdale), welches nur einen Stern dritter Größe und einige kleinere enthält.

88. u. 89. Gerade darunter ſteht die **größere** der beiden berühmten **Magelhaniſchen** oder **Cap-Wolken** (nubeculae Magellanicae, oder nubecula major und minor), deren **kleinere**, rechts daneben, von der ſüdlichen Schlange umſchloſſen wird. Beide ſind Nebelflecke von einer Größe, welche ſonſt nirgends am Himmel gefunden wird, indem die größere ungefähr 10 Declinationsgrade zu ihrem größten Durchmeſſer hat. Beide ſind dem bloßen Auge ſichtbar, aber bis zur neueſten Zeit noch wenig unterſucht, und erwarten ihre genauere Beſchreibung von der Bekanntmachung der Beobachtungen, welche der jüngere Herſchel am Cap angeſtellt hat, wo ſie bei ihrer mitternächtlichen Culmination im October und November eben ſo hoch über dem Südpunkte des Horizontes ſtehen wie bei uns der Nord-Pol und niemals untergehen (R. XX.).

Hr. Alex. v. Humbold beſchreibt dieſelben in ſeinem „Kosmos" I. S. 387 nach einem Briefe Herſchel's II. vom Cap folgendermaßen: „Die

beiden Magelhaniſchen Wolken ſind höchſt merkwürdige Gegenſtände. Die größere Wolke iſt eine Zuſammenhäufung von Sternen und beſteht aus Sternhaufen von unregelmäßiger Geſtalt, aus kugelförmigen Haufen und aus Nebenſternen von verſchiedener Größe und Dichtigkeit. Es liegen dazwiſchen große, nicht in Sterne aufzulöſende Nebelflecke, die wahrſcheinlich Sternenſtaub (stair-dust) ſind, ſelbſt mit dem zwanzigfüßigen Teleſkop nur als eine allgemeine Helligkeit des Geſichtsfeldes erſcheinen und einen glänzenden Hintergrund bilden, auf dem andere Gegenſtände von auffallender und unbegreiflicher Geſtalt zerſtreut ſind. An keinem andern Theile des Himmels ſind auf einem ſo kleinen Theile des Raumes ſo viele Nebel und Sternhaufen zuſammengedrängt, wie in dieſer Wolke. Die Nubecula minor iſt viel weniger ſchön; ſie zeigt mehr unauflösliches, nebliges Licht und die darin befindlichen Sternhaufen ſind geringer an Zahl und ſchwächer."

90. In der rechts von der großen Wolke ſtehenden **ſüdlichen Schlange** (serpens australis) bilden die 3 Hauptſterne ein großes gleichſeitiges Dreieck, welches die kleine Cap-Wolke umſchließt. Davon ſind α und γ dritter, der dritte Stern β vierter Größe, und α im Kopfe der Schlange nähert ſich ſehr dem α Eridani oder Achernar, β hingegen im Schwanze derſelben iſt nur nahe 10° vom Süd-Pole entfernt.

91. Zwiſchen dieſem und der großen Wolke wird der **Tafelberg** genannt, doch enthält derſelbe keinen einzigen irgend erheblichen Stern.

92. Auch der rechts davon liegende **Octant**, der den Süd-Pol bedeckt, hat nur in der Nähe des Pfaues einen Stern vierter Größe und nahe bei β serpentis 4 kleine nahe zuſammenſtehende Sterne (R. XX.).

93. Bedeutender iſt der **Pfau** (pavo), deſſen 4 Hauptſterne dritter Größe in der Geſtalt eines halbirten gleichſchenkligen Dreiecks ſtehen und im Schweife (R. XX.) noch mehrere kleinere Sterne hat. Da es aber auf Tafel I. zerſchnitten iſt, ſo wird der Zuſammenhang auf Tafel II. Figur D deutlicher erkannt.

94. Nahe darüber ſteht der **Indianer** (Americanus), aber er enthält nur einen Stern α im Kopfe (R. XX.) dritter und einen vierter Größe nebſt einigen ſehr kleinen.

95. Links vom Pfau, alſo zwiſchen demſelben und Achernar, erſcheint der **Tucan** oder Pfefferfreſſer (ramphastus), der von Andern die **Amerikaniſche Gans** genannt wird und in der Spitze ſeines großen Schnabels einen Stern dritter Größe hat (R. XX.); einer vierter Größe ſteht in ſeinem Auge, die 4 kleineren im Körper.

96. Ueber Achernar zeichnet ſich der **Phönix** (phoenix) einmal wieder durch ſeinen Stern α im Auge des Vogels aus. Auch hat er außerdem noch einen Stern γ dritter und 3 vierter Größe, welche zuſammen ein etwas unregelmäßiges Andreaskreuz bilden. Der Name bezieht ſich auf einen mythologiſchen, den Aegyptern heiligen Wundervogel, der in der

5 *

Größe eines Adlers mit rothen und goldfarbigen Federn als Sonnenvogel alle 500 Jahre aus Arabien kam und den Leichnam ſeines Vaters brachte, um ihn im Sonnentempel zu beſtatten. Nach Andern ſtarb er alle 500 Jahre und aus ſeiner Aſche ſtieg ein junger Phönix hervor. Die Sage bezog ſich wahrſcheinlich auf den 500jährigen Cyklus von Mondenjahren, nach deſſen Ablauf das heilige Jahr mit dem Stande der Sonne ausgeglichen wurde. Auch dieſes Sternbild iſt, wie alle übrigen dieſſeits des ſechzigſten Parallelkreiſes, in Aegypten ſichtbar.

97. Das anſehnlichſte aber von dieſen Sternbildern, welche die lange Sternwüſte im Süden begrenzen, iſt die **ſüdliche Gans** (anser australis) oder der **Kranich**, das ſich dicht an den ſüdlichen Fiſch hinanzieht und dadurch jene Wüſte eigentlich in zwei Theile trennt. Die Gans hat in ihrem Flügel einen Stern zweiter Größe α, auch ſind γ im Auge und 2 andere Sterne in gerader Linie dritter Größe, wozu ſich noch mehrere geringerer Größe geſellen (R. XX.).

98. Endlich iſt auch noch des höchſt unbedeutenden Sternbildes der **Maler-Staffelei** kurz zu erwähnen, deſſen Stelle und Richtung rechts vom Canopus angedeutet iſt.

Drittes Kapitel.

Aſtroſkopie, oder Anleitung, die wirklichen Geſtirne am Himmel ſelbſt mit Hülfe von Tafel I. u. II. aufzufinden und zu betrachten.

Erſte Abtheilung. A.

Allgemeine Erforderniſſe zu einer zweckmäßigen Betrachtung des geſtirnten Himmels.

Wenn vorgeſchlagenermaßen vor Anfang des Auguſtmonats die Tafel I. mit der auf dieſe ſich beziehenden Beſchreibung der Sternbilder möglichſt genau aufgefaßt und dem Gedächtniſſe eingeprägt iſt, ſodaß nicht bloß die Namen derſelben geläufig geworden ſind, ſondern auch die Configurationen der Hauptſterne, die Stellung der verſchiedenen Sternbilder gegen einander, gegen den Horizont, gegen die Windroſe und gegen die Milchſtraße, beſonders aber die Reihenfolge derſelben in der Milchſtraße der Erinnerung möglichſt deutlich vorſchweben: ſo wird es zu empfehlen ſein, die erſten klaren und mondfreien Abende jenes Monats zu benutzen, um, anfangs möglichſt genau zur angegebenen Beobachtungszeit, den Sternhimmel ſelbſt zu betrachten.

Dazu iſt aber das erſte Erforderniß, für einen paſſenden Standpunkt zu ſorgen, deſſen erſte Bedingung ein möglichſt freier Horizont nach allen Seiten, vorzüglich aber gegen Oſten und Weſten iſt, damit die Sterne gleich nach ihrem Aufgange ſichtbar werden und es bis zu ihrem Untergange bleiben. Am bequemſten iſt es, einen ſolchen Standpunkt in ſeiner Wohnung ſelbſt zu finden, wozu aber nöthig iſt, daß ſie, bei einer wenigſtens für die obern Stockwerke freien Lage, Fenſter gegen Oſten und Weſten und kein zu weit vorſpringendes Dach habe, damit nicht zu viele Sterne in der Nähe des Zeniths verdeckt werden.

Das letztere iſt jedoch von geringer Erheblichkeit, weil es ohnehin wegen der Stellung des Kopfes ſehr läſtig wird, die Sterne im Zenith zu beobachten, obgleich ſie ſich daſelbſt am deutlichſten zeigen.

Sind jene Bedingungen vorhanden, ſo wird es vortheilhaft ſein, aus den zur Beobachtung beſtimmten Fenſtern ſich bei Tage mit Hülfe eines Compaſſes ſolche Gegenſtände zu merken, welche auch in der Nacht wahrnehmbar ſind, um durch die Richtung derſelben gegen den Horizont, wenigſtens einen und, wenn es ſein kann, mehrere Punkte deſſelben nach der Weltgegend ſo genau als möglich zu beſtimmen. Je entfernter dieſe Gegenſtände ſind, deſto weniger iſt es nöthig, daß das Auge genau aus dem nämlichen Punkte die Beobachtung anſtelle.

Iſt aber die eigene oder eine benachbarte befreundete Wohnung nicht zur Beobachtung geeignet, ſo muß man in der Nähe einen erhabenen Ort aufſuchen, der in der Dunkelheit zugänglich iſt und jenes Erforderniß des freien Horizontes hat. Um auch hier die Weltgegenden zu erkennen, wird man wohlthun, bei Tage den gewählten Standpunkt kenntlich zu machen, und von dieſem aus mit Hülfe eines Compaſſes die Weltgegenden des Horizontes zu beſtimmen, in welchen entfernte, auch bei Nacht ſichtbare Gegenſtände, wie Bäume, Gebäude u. dergl., denſelben ſchneiden. Fehlt es jedoch an ſolchen, ſo wird man, auch ohne ſie, ſich des Nachts leicht orientiren, wenn man nur den Polarſtern mit Hülfe des großen und kleinen Bären aufzufinden weiß. Stellt man ſich gerade gegen denſelben, ſo hat man rechts den Oſtpunkt des Horizontes, hinter ſich den Südpunkt und links den Weſtpunkt. Folglich wird man ſich ohne Schwierigkeit gegen Oſten oder Weſten ſtellen, und die Quadranten des Horizontes leicht nach dem Augenmaße in ihre Unterabtheilungen zerlegen können. Dieſes iſt beſonders im Anfange nöthig, um ſich daran zu gewöhnen, die kleinen Dimenſionen der Zeichnung auf die großen Räume des Himmels zu übertragen und ſich nicht dadurch täuſchen zu laſſen, daß dort die Sterne ſchon wegen der unvermeidlichen Größe ihrer Zeichen einander verhältnißmäßig viel näher zu ſtehen ſcheinen, als ſie es in der Wirklichkeit thun, wie dieſes beſonders bei den 3 großen Sternen im Gürtel des Orion auffallend werden muß, aber auch überall merklich wird.

Auf beiden Orten des Standpunktes kann man es ſich durch Hülfe einer Blendlaterne möglich machen, an Ort und Stelle die Abend-Anſichten zu Rathe zu ziehen, und dieſes wird auch zumal im Anfange wohl kaum ganz zu vermeiden ſein. Beſſer iſt es jedoch, ſie entbehren zu können, und dieſes dürfte auch wahrſcheinlich gelingen, wenn man die Beobachtungen in der Folge anſtellt, welche ſie in der Beſchreibung haben, und ſich an jedem Abende auf eine ſolche Zahl beſchränkt, als man durch eine kurz vorher angeſtellte Wiederholung ihrer Beſchreibung dem Gedächtniſſe vollkommen einprägen konnte. Bei fortſchreitender Bekanntſchaft mit den Sternbildern iſt es aber auch wichtig, ſich vermittelſt der-

ſelben die Richtung des Aequators und beſonders den ſehr veränderlichen Gang der Ekliptik am Himmel klar zu machen.

Der Liebhaber bedarf zu ſeinen Beobachtungen nur guter, nicht zu kurzſichtiger Augen; aber wünſchenswerth iſt es doch, daß ihm ein gutes Fernrohr zu Gebote ſtehe. Kann er nur ein gutes achromatiſches Taſchenfernrohr von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Oeffnung gebrauchen, ſo wird es ihm bei den Sternhaufen und Nebelflecken, ſowie beim Monde und den Planeten, und, wenn er es recht zu gebrauchen weiß, ſogar bei den Jupiterstrabanten ſehr erfreuliche Dienſte leiſten. Aber auch der Gebrauch der Fernröhre erfordert einige Uebung. Jeder muß ſie nach Beſchaffenheit ſeiner eigenen Augen während des Sehens ſelbſt durch eine ſchraubenartige Drehung genau ſo weit aus- oder einzuziehen wiſſen, daß die Sterne als feurige Punkte ohne allen Strahlenſchimmer erſcheinen. Auch erfordert es einige Uebung, die Sterne ins Sehfeld des Fernrohres zu bringen. Ein Viſiren über daſſelbe hin hilft etwas, iſt aber nicht hinreichend. Man muß auch den Lichtſchimmer, den zumal die größern Sterne bei der Nähe im Fernrohre verurſachen, zu verfolgen wiſſen, um ſie ſelbſt hineinzubringen. Ferner haben Wenige die Feſtigkeit des Armes, um ohne Unterſtützung deſſelben das Schwanken zu vermeiden, welches alle gute Beobachtung unmöglich macht. Solche Unterſtützungspunkte finden ſich im Zimmer leicht, ſelten aber im Freien. Soll alſo hier das Fernrohr gebraucht werden, ſo rathe ich, eine Stange von 6 bis 7 Fuß Länge mitzunehmen, welche in den Boden geſteckt oder auf denſelben geſtellt, zugleich mit dem Fernrohre feſtgehalten wird und dem Arme die nöthige Unterſtützung für die Beobachtung gewährt.

Sind nun alle in der angegebenen Beobachtungszeit, welche anfangs ſtreng einzuhalten iſt, ſichtbaren Sternbilder hinreichend bekannt geworden, ſo wird es rathſam ſein, allmählig in etwas ſpäteren Stunden die Beobachtungen vorzunehmen, theils um die Veränderungen wahrzunehmen, welche unterdeß mit den ſchon bekannten in Anſehung ihrer Stellung vorgegangen ſind, theils um diejenigen kennen zu lernen, welche auf Tafel I. A unter dem Horizonte gezeichnet ſind und ſich allmählig über denſelben erhoben haben. Dieſes iſt auch um ſo leichter ausführbar, weil im Verlaufe der Monate die Beobachtungsſtunde immer früher eintritt, es alſo nicht ſchwer hält, eine ſpätere zu benutzen. Man wird dann leicht wahrnehmen, wie die Sterne in der Nähe des Nord-Poles ſich um denſelben drehen, und wie alle Sterne der Aufgangsſeite ſich in der Richtung des Aequators aufwärts kehren; wenn ſie aber durch den Orts-Meridian gegangen ſind, auf der weſtlichen oder Untergangsſeite in der entgegengeſetzten Richtung zum Horizonte hinabſteigen und unter denſelben verſchwinden.

Zweite Abtheilung. B.

Anwendung von Tafel II. zur Betrachtung des geſtirnten Himmels um die Zeit des Winter-Solſtitiums.

Iſt der letzte jener Vorſchläge gehörig ausgeführt, ſo wird die Veränderung gar nicht befremden, welche Tafel II. in dem Stande und der Stellung aller Geſtirne darbietet, ſo bedeutend dieſelbe auch allerdings iſt. Denn zuerſt hat die bogenförmige Linie der Milchſtraße, welche auf Tafel I. ſehr ſichtbar war, ſich hier in eine faſt gerade Linie verwandelt, welche vom Zenith des Beobachters zu beiden Seiten faſt ſenkrecht in die Nähe des Oſt- und Weſtpunktes im Horizonte herabſteigt. Ferner iſt auch die Richtung der Ekliptik eine ganz andere geworden, indem ſie auf Tafel I. A ſich nur wenig über den Horizont erhob, dagegen hier ziemlich ſteil auf der Anſicht C empor und auf D hinabſteigt. Auch ſind alle Sternbilder, welche ſich dort zwiſchen dem mittlern und dem Orts-Meridiane befanden, hier ſchon auf die Untergangsſeite übergetreten, der mittlere Meridian bis zur Sichtbarkeitsgrenze in den Orts-Meridian vorgerückt und ihm die ganze linke Hälfte von A bis zu einer Linie, welche vom Aequator unter dem Sirius und dem Haſen dieſſeits der Taube an den Schneidungspunkt des mittleren Meridians und der Sichtbarkeitsgrenze geht, nachgefolgt. Dagegen iſt an die Stelle des Sectors, der ſich auf Tafel I. in Figur A zwiſchen dem Horizonte und dem mittleren Meridiane befand, der entgegengeſetzte von B getreten, welches ſich leicht begreifen läßt, wenn man die Darſtellungen der beiden Himmels-Hohlkugeln ſo zuſammenbiegt, wie es ihre Stellung gegen einander und ihre gleichnamigen Pole fordern. Doch iſt nothwendig die Veränderung eingetreten, daß von dem vormaligen mittlern Meridiane nur die obern 50° in dem nördlichen Orts-Meridiane Platz finden, alſo die untern 40° unter den Horizont fallen, dagegen die früheren 50° des nördlichen Orts-Meridians auf dem jetzigen mittleren Meridiane der Aufgangsſeite ſich bis zum Aequator erweitern. Daher ſind hier das rechte Ende des Bootes nebſt Berenice's Haupthaar noch unter dem Horizonte, dagegen der obere Theil des großen Bären nebſt dem ganzen Krebſe bis zum Kopfe der Waſſerſchlange ſchon über denſelben emporgeſtiegen.

Doch nicht bloß der Stand der Geſtirne gegen den Orts-Meridian und die Weltgegenden hat ſich im Laufe der Zeit beträchtlich geändert, auch ihre Stellung gegen den Horizont und den Beobachter iſt eine ganz andere geworden. Eben dies iſt es, was dem Anfänger die Wiedererkennung der nämlichen Sternbilder am meiſten erſchwert, und wodurch die frühere Wiederholung der Beobachtungen zu verſchiedenen Abendſtun-

den vorzüglich wichtig wird. Auch die Vergleichung der beiden Tafeln kann in dieſer Hinſicht ſehr nützlich werden, daher ich dieſelbe ſehr empfehle, jedoch hier nur an einigen der auffallendſten Beiſpiele ausführen werde.

Auf Tafel I. A liegen die 3 Hauptſterne der Andromeda faſt parallel mit dem Horizonte und das Viereck des Pegaſus ſteht auf der Ecke des Algenib; auf Tafel II. D hingegen ſtehen jene mehr als ſenkrecht und dieſes auf der Ecke des Merkab, und der früher aufwärts gekehrte Kopf iſt jetzt abwärts geſenkt. Die Linie des Schwanes zwiſchen Deneb und dem Kopfe des Schwanes, welche in Tafel I. A faſt im Zenith und horizontal lag, zeigt ſich auf Tafel II. D als ein großes ſtehendes Kreuz, indem der Schwan mit dem Kopfe ſenkrecht gegen den Horizont fliegt. Auch der Delphin iſt aus der horizontalen Lage in die verticale übergegangen. Aehnliche Veränderungen ſind mit den Sternbildern unter dem Horizonte vorgegangen. Die früher mehr als horizontale Jungfrau ſteht jetzt faſt ſenkrecht, die abwärts geneigte Waſſerſchlange gleichfalls, und die horizontale Lage des Schiffes Argo hat ſich ebenſo in eine verticale verwandelt. Im Ganzen aber hat die Pracht des Sternhimmels ſich ſehr vermehrt, da außer den ſchon früher ſichtbaren Hauptſternen der Milchſtraße vom Adler an, jetzt auch Zwillinge, Krebs und kleiner Hund zur Linken, ſowie Plejaden und Hyaden, Orion, großer Hund nebſt Haſe und Eridanus, welche zu den glanzvollſten und intereſſanteſten Sternbildern gehören, ſchon beim Anfange der Beobachtungszeit neben einander über dem Horizonte und der Walfiſch in der Culmination ſtehen, dieſen aber in den nächſten beiden Stunden der große Löwe und Berenice's Haupthaar, ſpäter auch die Jungfrau und die Waſſerſchlange nachfolgen.

Auch hier iſt es ſehr anzurathen, die Beobachtungen an ſpäteren Abendſtunden zu wiederholen, theils um die ſpäter aufgehenden Sternbilder vorläufig kennen zu lernen, theils und vorzüglich, um ſich auf die Veränderungen vorzubereiten, welche mit der Annäherung des Frühlings=Aequinoctiums allmählig eintreten.

Dritte Abtheilung. C.

Anwendung von Tafel I. 2. zur Betrachtung des Sternhimmels um die Zeit des Frühlings=Aequinoctiums.

Es iſt bereits Kap. I. S. 15 ff. erklärt worden, wie Tafel I. auch für die Abendbeobachtungen um die Zeit des Frühlings=Aequinoctiums

angewendet werden könne, und die Ueberſchriften zur Seite zeigen den Liebhabern der Sternkunde deutlich genug an, wie ſie die Tafel I. zu drehen haben, um für die angegebenen Beobachtungszeiten die Abend=Anſichten für die jenem Zeitpunkte nahen Monate zu erhalten, bei denen die gebrochene Linie den Horizont für dieſelben anzeigt. Dieſes wird alſo keiner weitern Erläuterung bedürfen und, wer es nicht verſäumt hat, in der vorhergegangenen Zeit wiederholte Beobachtungen in ſpäteren Abendſtunden anzuſtellen, der wird die auf der Zeichnung erſichtlichen Veränderungen keinesweges befremdend finden.

Das erſte, was hier in die Augen fällt, iſt das gänzliche Verſchwinden der Milchſtraße von der Aufgangsſeite, ſelbſt die ihr nahe Wega ſteht erſt im Horizonte und Herkules halb über demſelben; Krone, Bootes (faſt parallel mit dem Horizonte), Jungfrau (wovon blos Spica noch aufgehen ſoll), ein Theil des Raben und der Becher ſtehen zunächſt über dem Horizonte; Drache und großer Bär erheben ſich faſt ſenkrecht gegen das Zenith; Jungfrau, Löwe und Waſſerſchlange ſtehen gleichfalls faſt vertical gegen den Horizont. Wenn Wega und Spica aufgegangen ſind, ſtehen 4 Sterne erſter Größe nebſt Alphard am öſtlichen Himmel. Dagegen liegt die ganze ſüdliche Milchſtraße mit Argo, Kreuz und Centaur und der größte Theil der geſpaltenen Milchſtraße mit Scorpion, Schlangenträger, Adler und den kleineren Sternbildern derſelben unter dem Horizonte dieſer Seite.

Dreht man darauf die Zeichnung um und betrachtet gegen Weſten die Untergangsſeite, ſo zieht ſich hier vom Südpunkte bis zum Nordpunkte die ganze vereinigte Hälfte der Milchſtraße faſt über die Mitte des Himmels zwiſchen dem Horizonte und Orts=Meridiane hin, und mit derſelben alle in und neben ihr befindlichen Sternbilder. Vom Schwane im Norden iſt nur noch Deneb und etwas vom Schweiſe ſichtbar. Ihm folgen links Cepheus, Caſſiopea, Perſeus, der Fuhrmann, die Zwillinge, Procyon, das Einhorn und zuletzt im Süden alles, was vom Schiffe Argo in Mittel=Europa ſichtbar werden kann.

Unterhalb der Milchſtraße aber iſt noch der glanzvollſte Theil des Himmels ſichtbar: der große Hund mit dem Sirius, Haſe, Orion, nebſt einem beträchtlichen Theile des Eridanus, Stier, Harfe und Walfiſchkopf, Fliege, Triangel und Widder, Andromeda, Friedrichsehre und Eidechſe.

Dagegen findet ſich auf dem Theile dieſer Halbkugel, der dem Auge theils ſchon unter dem Horizonte entſchwunden, theils überhaupt von dieſem Standpunkte unerreichbar iſt, faſt keine Spur der Milchſtraße, die Hälfte des uns ſichtbaren Eridanus, der ganze eigentliche Pegaſus nebſt dem größten Theile des Schwanes, desgleichen Delphin, Waſſermann, Steinbock und ſüdlicher Fiſch nebſt Fomahant ſind ſchon untergegangen; der größere Theil des Schiffes Argo nebſt Ca=

nopus, das Ende des Eridanus nebſt Phönix und Gans, und in der Nähe des Pols die Cap=Wolken liegen zwar auch auf dieſer Seite, bleiben aber unſerm Anblicke zu jeder Jahreszeit entzogen.

In dem letzten der hierher gehörigen Monate, dem April, wird es wegen der ſpäten Dämmerung unmöglich, die angegebene Beobachtungszeit zu benutzen, ja am 20. April ſteht um 6 Uhr Abends die Sonne noch hoch am Himmel. Iſt aber in den früheren Monaten die Himmelskunde hinreichend fortgeſchritten, ſo werden in dieſem die ſpäteren Stunden der Wiederholung des Erkannten in veränderten Stellungen um ſo nützlicher werden, weil die Zeit herannahet, wo in höheren Breiten die Beobachtung wegen der hellen Nächte ganz unterbrochen wird. Denn um ſo nöthiger wird es in den ſpätern Abendſtunden, die dann aufgehenden Sterne gleich nach ihrem Erſcheinen zu beobachten, da ein großer Theil derſelben ſich nicht mehr wahrnehmen läßt, wenn ſie hoch am Himmel ſtehen, weil dann ſchon wieder der Morgen da iſt.

Vierte Abtheilung. D.

Anwendung von Tafel II. 2. zur Betrachtung des Sternhimmels um die Zeit des Sommer=Solſtitiums.

Nimmt man die Tafel II. ſo vor ſich, wie die Seiten=Ueberſchriften und der durch gebrochene Linien angedeutete Horizont es erfordern, ſo ſieht man die Geſtalt, welche der Himmel in den angegebenen Beobachtungsſtunden hat; aber in den höhern Breiten iſt es nur kaum noch im Anfange Mais möglich, ihn ſelbſt in dieſer Geſtalt zu erblicken, daher es ſehr anzurathen iſt, die frühern Monate aufs Sorgfältigſte zu benutzen.

Dann findet man in Anſehung der Milchſtraße faſt ſchon das Gegentheil von dem, was die Zeit des Frühlings=Aequinoctiums darbot. Damals war ſie nämlich von der Aufgangsſeite ganz verſchwunden, hier hingegen liegt ſie mit ihren geſpaltenen Armen von SO. bis zum Nordpunkte ſehr flach und niedrig über dem Horizonte und zeigt den ganzen Körper des Scorpions mit dem Antares, den Schlangenträger, den Poniatowsky'ſchen Stier, Adler, Pfeil, Delphin, Fuchs, Schwan (wieder in horizontaler Stellung), Cepheus und Caſſiopea in geringer Entfernung vom Horizonte. Alle dieſe ſind aus den Beobachtungen der frühern Zeit den Liebhabern der Sternkunde ſchon längſt bekannt; aber ſie werden außer dem Stande und der Stellung noch eine Veränderung auch an dieſen Sternbildern wahrnehmen, die freilich dem aufmerkſamen Beobachter an andern Geſtirnen ſchon längſt aufgefallen

ſein wird. Sie werden nämlich wahrnehmen, daß alle dieſe Sternbilder ihnen **weit größer und ausgedehnter erſcheinen** als ſonſt, wo ſie höher über dem Horizonte ſtanden. Befremden kann dies ſie freilich nicht, weil ſie gewiß ſchon längſt, wenn ſie ihre Beobachtungen zu verſchiedenen Zeiten anſtellten, bemerkt haben, daß die nämlichen Geſtirne, vorzüglich Sonne und Mond, bei ihrem Auf= und Untergange das nämliche thun; auch kann es von ihnen ſchwerlich bezweifelt ſein, darin bloß einen optiſchen Schein zu vermuthen, weil mit den Gegenſtänden ſelbſt durch die verſchiedene Stellung gegen den Horizont unmöglich eine Veränderung ihrer Größe und Ausdehnung hervorgebracht ſein kann. Auch beweiſen die Mikrometermeſſungen (durch Eintheilung des Sehfeldes der Fernröhre in ſehr kleine Quadrate) an Sonne, Mond und Sternen, daß ihre Größe und Ausdehnung wirklich unverändert geblieben ſei. Aber die Urſache dieſes Phänomens dürfte nicht Allen ſogleich einfallen.

Niemals wird die Größe eines Gegenſtandes ſelbſt unmittelbar vom Auge wahrgenommen, ſondern nur die Größe des Sehwinkels, unter welchem er vom Auge geſehen wird. Dieſer hängt aber eben ſo ſehr von der Entfernung, als von der Größe des Gegenſtandes ab. Daher können hohe Thürme in der Entfernung unter gleichem oder gar kleinerem Sehwinkel geſehen werden, als ein kurzer Stift in der ausgeſtreckten Hand. Dieſer kann leicht den ganzen Thurm decken, wird alſo offenbar unter dem nämlichen Sehwinkel und eben ſo groß geſehen wie der letztere. Dennoch fällt es Keinem ein, den Stift für eben ſo groß als den Thurm zu halten, weil ſchon die Luftperſpective die bedeutende Entfernung von dem letztern beweiſt, und man längſt aus der Erfahrung weiß, nicht bloß, daß entfernte Gegenſtände verkleinert erſcheinen, ſondern auch, daß Thürme, wie der Gegenſtand ſich ſchon durch ſeine Form ankündigt, eine ganz andere Größe haben, als jener Stift. Von zwei unter gleichem Sehwinkel erblickten Gegenſtänden erſcheint uns folglich der nähere als der kleinere, der entferntere als der größere. Wie groß aber der letztere wirklich ſei, d. h. welches Verhältniß er zu einem bekannten Längenmaße habe, dieſes läßt ſich nur aus dem bekannten Längenmaße einzelner Theile deſſelben (z. B. der Fenſter, Thüren u. dergl.) oder aus andern bekannten Gegenſtänden ſchließen, welche gleiche Entfernung vom Beobachter haben, daher auch die Maler ſolche (z. B. Menſchen oder andere) in der Nähe anzubringen pflegen. So iſt es nun auch mit den Geſtirnen. Weil wir für die Entfernung des Zeniths gar keinen Maßſtab haben, aber wohl einigen für die Entfernung des Horizontes, ſo ſcheint uns letztere größer, und daher halten wir die nämlichen Geſtirne in der Nähe des Horizontes für größer und ausgedehnter, als im Zenith, ungeachtet man leicht die Probe machen kann, daß ein hamburger Schilling, d. h. eine Scheibe von 18 Millimeter oder ⅝ Zoll rheinl., in der Entfernung

eines möglichſt ausgeſtreckten Armes den Mond im Horizonte eben ſo reichlich deckt, als in der Zenithnähe.

Dieſes iſt die gewöhnliche Erklärung der Erſcheinung, die wenigſtens den Vortheil hat, daß ſie die Thorheit aufdeckt, durch welche noch jetzt Manche ſich lächerlich machen, indem ſie Erſcheinungen am Himmel durch irdiſche Längenmaße beſtimmen wollen, da doch dieſe entweder nur durch den Bogen ihres Sehwinkels gemeſſen werden dürfen, oder auch (welches den Liebhabern, denen keine Inſtrumente zur Hand ſind, vorzüglich zu empfehlen ſein möchte) mit dem bekannten ſcheinbaren Durchmeſſer des Mondes oder mit dem Abſtande der Sterne in benachbarten Sternbildern verglichen werden können. Uebrigens aber kann jene Erklärung ſchwerlich ganz befriedigen, da die Erſcheinung auch da, wo vom Horizonte nichts zu ſehen iſt, im Gegentheile eben in der Zenithnähe Gegenſtände von bekanntem Maße der Entfernung und Höhe, z. B. Thurmſpitzen, Berghöhen u. dergl. ſich befinden, auf gleiche Weiſe wahrgenommen wird, auch die Veränderung gegen den Horizont in regelmäßigen Abſtufungen erfolgt. Die eigentliche Urſache der merkwürdigen Erſcheinung dürfte daher in Folgendem zu ſuchen ſein.

Es iſt bekannt, daß bei der ſtereographiſchen Projection die Gegenſtände um den Mittelpunkt der Halbkugel weit mehr zuſammengedrängt ſind, als am Rande, weil die Geſichtslinien, welche von den gleichen Theilen der Kugeloberfläche ins Auge des auf der entgegengeſetzten Oberfläche befindlichen Beobachters gezogen werden, die durch den Mittelpunkt der Kugel gelegte perſpectiviſche Tafel in der Nähe des Mittelpunktes weit ſenkrechter ſchneiden als am Rande. Etwas Aehnliches muß aber in unſerer Atmoſphäre geſchehen, welche für uns die perſpectiviſche Tafel beim Anblicke der Himmels-Hohlkugel iſt. Die Atmoſphäre bildet nämlich für jeden Beobachter gegen ſeinen Horizont einen ſehr flachen Kugelabſchnitt, und indem die Lichtſtrahlen von den Geſtirnen durch denſelben in das Auge des Beobachters gehen, ſchneiden ſie denſelben vom Zenith aus in rechten, vom Horizonte dagegen in ſehr ſchiefen Winkeln, wodurch die gleichen Abſtände am Rande des atmoſphäriſchen Kugelabſchnitts weit größer werden, als in der Mitte und dadurch auch für das Auge des Beobachters um eben ſo viel größer erſcheinen. Dieſes wird man ſich leicht anſchaulich machen können. Denn, wenn man mit möglichſt verhältnißmäßigen Radien, d. h. ungefähr wie 860 : 870, zwei concentriſche Kreisbogen zieht, welche die Oberfläche der Erde und die beiläufige Grenze der noch bemerkbaren Atmoſphäre darſtellen und durch den Beobachtungspunkt auf der Erdoberfläche eine Tangente legt, wie in der Figur zu Seite 31; ſo hat man den Durchſchnitt jenes atmoſphäriſchen Kugelabſchnitts. Zieht man nun aus dem Beobachtungspunkte über dem Horizonte einen Halbkreis als Durchſchnitt der Himmels-Hohlkugel und gibt demſelben vom Zenith aus Theile von gleicher Größe, ſo wird man bald

ſehen, wie die von denſelben in den Standpunkt des Beobachters gezogenen Linien den atmoſphäriſchen Kugelabſchnitt in ſehr ungleiche Theile zerlegen, welche gegen den Horizont hin in regelmäßiger Abſtufung wachſen, ungeachtet der Sehwinkel von allen völlig gleich iſt.

Von den übrigen Geſtirnen der Aufgangsſeite hat der kleine Bär ſich faſt bis in den Orts-Meridian hinaufgedreht, der Drachenkopf und darunter die Leier ſtehen faſt ſchon in Oſten, Bootes mit Arcturus ſind der Culmination nahe, Krone, Herkules, Schlangenträger, Wage und Scorpion würden ſich gerade in dieſer Jahreszeit am bequemſten beobachten laſſen, wenn nicht die Dämmerung oder die hellen Nächte in den höheren Breiten ein faſt unüberſteigliches Hinderniß entgegenſtellten, gegen welches, zumal bei dem Scorpione, kein anderes Mittel zu finden ſein dürfte, als die ſchon oben erwähnten Morgenbeobachtungen im Januar, falls man nicht mitternächtliche Beobachtungen in der Mitte Aprils vorzieht, bei denen man die nämliche Anſicht hat, wie um 11 Uhr im Anfange Mais, oder dann noch über Mitternacht hinausgeht.

So groß der Bogen der Milchſtraße auf der Aufgangsſeite war, eben ſo klein iſt er nun auf der Untergangsſeite, indem nur ein kleines Stück deſſelben aus dem nordweſtlichen Horizonte hervortaucht und in einer ſehr ſchiefen Richtung ſich gegen Norden wendet, wo er ſich an die Aufgangsſeite anſchließt. Doch zeichnet er ſich ungeachtet ſeiner Kürze durch 3 der glänzendſten Sternbilder aus, nämlich Perſeus nebſt dem Meduſenhaupte, Fuhrmann nebſt Capella und Zwillinge. Aus dem letzten dieſer Geſtirne, welches bekanntlich eins der 12 Himmelszeichen iſt, erhebt ſich die Ekliptik in einem flachen Bogen über den Horizont, und enthält noch die 3 Himmelszeichen Krebs, Löwe und Jungfrau, unter denen ſich die Waſſerſchlange mit Becher und Raben vom Weſtpunkte bis zum Südpunkte des Horizontes nahe über demſelben hinzieht, ſodaß faſt im Südpunkte auch der Kopf und die Schultern des Centauren noch ſichtbar ſind. Die letztern gehören zu den Sternen, welche ſelten wahrzunehmen ſind, daher diejenigen, welche ſie zu ſehen wünſchen, die erſten Tage dieſer Periode oder eine möglichſt frühe Morgenzeit im Januar und Februar benutzen müſſen. — Ueber der Ekliptik ſteht die Schweifſpitze des großen Bären (Benetnasch) faſt im Zenith, und der Körper hängt faſt ſenkrecht gegen den Horizont herab; die Jagdhunde, Berenice's HauptHaar und der kleine Löwe, ſonſt unter ihm, ſtehen jetzt zur Linken von demſelben.

Von den Sternbildern, welche zur Beobachtungszeit unter dem Horizonte ſind, kann hier für die wirkliche Sternbeſchauung kaum noch die Aufgangsſeite in Betracht kommen. Denn in der einzigen Zeit, wo ſie wegen der hellen Nächte in hohen Breiten noch möglich iſt, liegt die Beobachtungszeit der Mitternacht ſo nahe, und iſt überhaupt die Zeit der

Dunkelheit ſo kurz, daß wenige von den Sternbildern, welche zur Zeit noch unter dem Horizonte liegen, über demſelben zur Sichtbarkeit gelangen können. Ueberdies ſind dieſe faſt alle aus früherer Zeit ſchon ſo ſehr und unter weit günſtigeren Umſtänden bekannt, daß ihre Beobachtung in ſo ſpäter Abendzeit wenig intereſſiren kann. Dieſes gilt beſonders von der Andromeda nebſt dem Pegaſus und Füllen. Am erſten möchte noch der Schweif des Scorpions dazu veranlaſſen können, doch iſt auch deſſen Culminationszeit, wo Alles erſcheint, was von ihm ſichtbar werden kann, erſt 3 Stunden nach der Beobachtungszeit, fällt alſo während der erſten Hälfte des Juni in die Mitternachtszeit, kann mithin um dieſe Jahreszeit nur da beobachtet werden, wo keine hellen Nächte ſtattfinden, oder ſo ſchwach ſind, daß ſie am ſüdlichen Horizonte die Anſchauung nicht hindern, weswegen bereits oben die Morgenbeobachtung im Januar empfohlen iſt.

Viertes Kapitel.

Erklärung der Bahnverhältniſſe der Planeten nach Tafel III.

Die beiden bisher erläuterten Tafeln beziehen ſich nur auf die Fixſterne, welche zwar nicht ſo unveränderlich an ihrer Stelle bleiben, als man es vormals glaubte, und durch ihren Namen (stellae fixae, angeheftete oder feſtſtehende Sterne) andeutete, ſondern den neuen Inſtrumenten und Forſchungen eine eigene Bewegung theils um einander, theils um einen oder mehrere gemeinſchaftliche Mittelpunkte zu erkennen gegeben haben, wie in der Beſchreibung derſelben mehrmals erwähnt iſt. Aber die eigene Bewegung derſelben iſt wegen ihrer ungeheuern Entfernung, aus welcher der Lichtſtrahl, ungeachtet einer Geſchwindigkeit von etwa 40000 Meilen in der Secunde, erſt nach mehreren Jahren, zum Theil erſt nach Jahrhunderten und Jahrtauſenden zu uns gelangt, ſo unmerklich, daß ſie nur von den mit allen jenen Hülfsmitteln ausgerüſteten Aſtronomen wahrgenommen werden können. Denn die merklichſte Veränderung, das ſcheinbare Fortrücken der Sternbilder gegen die Ekliptik, gehört gar nicht dahin, weil es nicht durch eine eigene Bewegung der Fixſterne, ſondern durch eine veränderte Stellung des Frühlingspunktes der Erde, die Präceſſion der Nachtgleichen, hervorgebracht wird.

Ganz anders aber verhält es ſich mit den Planeten, die ihren Standort am Himmel fortwährend auf eine merkliche Weiſe verändern und in wenigen Jahren durch alle Himmelszeichen des Thierkreiſes oder der Ekliptik gehen. Daher konnte ihnen auf jenen Tafeln kein Platz angewieſen werden, und ich würde ſie unberührt gelaſſen haben, wenn ich nicht geglaubt hätte, auch für die Kenntniß derſelben den Liebhabern ähnliche Erleichterung verſchaffen zu können, indem ich durch graphiſche Darſtellungen und Ueberſichtstabellen die wichtigſten Gegenſtände der Kenntniß unſers Sonnenſyſtems anſchaulicher zu machen ſuchte, als es, ſo viel ich weiß, bisher geſchehen iſt. Denn, da ohne Bekanntſchaft mit unſerm

Sonnenſyſtem auch die Erſcheinungen der Fixſternwelt, namentlich die ſcheinbare tägliche Bewegung derſelben, die Veränderung ihres Standes nach den verſchiedenen Tages- und Jahreszeiten und die Veränderung, welche durch die Präceſſion der Nachtgleichen entſteht, nicht gründlich verſtanden werden kann, überdies aber jene Bekanntſchaft an ſich ſchon vorzugsweiſe wichtig und intereſſant iſt, weil theils viele menſchlichen Angelegenheiten in ſehr enger Beziehung zu derſelben ſtehen, theils ſie ſelbſt eine weit größere Vollſtändigkeit erlaubt, als bei den unermeßlich entfernten Fixſternen jemals zu erwarten iſt: ſo glaubte ich das, was ich zur Erleichterung derſelben anzubieten habe, den Liebhabern nicht vorenthalten zu dürfen. Zwar fehlt es keinesweges an vortrefflichen Darſtellungen des Sonnenſyſtems, unter denen ich den Liebhabern Weiland's Planetenſyſtem der Sonne vorzüglich empfehlen möchte, weil es bei dem ſehr billigen Preiſe von ⅓ Thlr. eine große Sauberkeit der Ausführung mit einer ſehr zweckmäßigen Auswahl der umher abgebildeten Gegenſtände verbindet. Doch glaubte ich den Liebhabern eine nicht blos deutlichere, ſondern auch weit vollſtändigere Anſchauung aller wichtigſten Bahnverhältniſſe verſchaffen zu können, wenn ich mich mit Beziehung auf die vollſtändigen Darſtellungen blos auf die vier innern Planeten beſchränkte und bei dem dadurch möglich gewordenen größern Maßſtabe mich einer ähnlichen Darſtellungsweiſe bediente, wie diejenige, welche Littrow bei den Kometenbahnen angewendet hat. Die Conſtruction derſelben werde ich jetzt erläutern und dann eine Specialbeſchreibung der einzelnen Planetenbahnen folgen laſſen.

Erſte Abtheilung. A.

Einleitung.

Den Alten waren nur fünf Planeten oder Irrſterne bekannt, denen ſie dieſen Namen gaben, weil ſie ſich im Thierkreiſe bald vorwärts bald rückwärts (d. h. bald mit bald gegen die Ordnung der Himmelszeichen) zu bewegen ſcheinen. Dieſe waren: Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Durch das Copernicaniſche Syſtem ward auch unſere Erde in ihre Zahl verſetzt. Herſchel entdeckte 1781 mit Hülfe ſeiner mächtigen Teleſkopen den Uranus als den ſiebenten, und ſeit dem Anfange dieſes Jahrhunderts kamen noch vier kleine hinzu, welche die ſchon früher bemerkte Lücke zwiſchen Mars und Jupiter ausfüllten und die Namen Veſta, Juno, Ceres und Pallas erhielten. Es ſind alſo

jetzt 11 Planeten bekannt, von denen vier, nämlich Erde, Jupiter, Saturn und Uranus von Trabanten oder Monden umkreiſt werden, während alle Planeten ſich in beſtimmten Zeiträumen, welche die Jahre oder Umläufe derſelben heißen, um die Sonne bewegen.

Jahrtauſende hindurch hatte man ſich von dem Scheine täuſchen laſſen, und glaubte, daß die Erde unbeweglich ſtehe, aber Sonne, Mond und ſämmtliche Sterne ſich täglich um dieſelbe drehten, obgleich die eigenthümliche Fortrückung der Sonne und des Mondes von Weſten nach Oſten und das ſcheinbare Hin- und Hergehen der Planeten gegen die Fixſterne Schwierigkeiten verurſachte, welche ſich durch die künſtlichſten Hypotheſen nicht hinwegräumen ließen. Zwar fielen ſchon einige der alten griechiſchen Aſtronomen im Weſentlichen auf die nämliche Vorſtellung, welche jetzt als die einzigrichtige anerkannt wird; aber ſie wußten dieſelbe theils nicht mit den Erſcheinungen in völlige Uebereinſtimmung zu bringen, theils vermochten ſie nicht, das tauſendjährige Vorurtheil des Scheins zu überwältigen, welches zuletzt ſogar durch religiöſe Irrthümer befeſtigt und geſchützt wurde. Daher wagte auch Nicolaus Copernicus (eigentlich Köpernik), ein Zeitgenoſſe Luther's, der, 1473 zu Thorn in Preußen geboren, eine Zeit lang Lehrer der Aſtronomie und Mathematik in Rom und nachher Domherr zu Frauenburg am Friſchhaff war, es nur auf dringendes Zureden ſeiner Freunde, im Greiſenalter ſein berühmtes Werk dem Drucke zu übergeben; und ſchwerlich wäre er den Verfolgungen der Ketzerrichter entgangen, wenn er nicht das erſte Exemplar erſt auf ſeinem Sterbebette kurz vor ſeinem letzten Athemzuge 1543 erhalten hätte. Dieſes Syſtem, nach welchem die Sonne ſich bloß um ihre eigene Axe dreht, alle Planeten aber, außer einer Rotation um ihre eigene Axe, zugleich in verſchiedenen Abſtänden und in verſchieden geneigten, jedoch nicht ſehr von einander und von der Ebene des Sonnen-Aequators abweichenden Bahnen in Begleitung ihrer ſie umkreiſenden Trabanten, um die Sonne laufen, hat denn endlich alles Widerſtreben des Vorurtheils und alle Verfolgungen der römiſchen Inquiſition, die zu ihrer eigenen Schande noch 1615 Galilei zwang, die vermeinte Ketzerei zu widerrufen, ſo vollſtändig beſiegt, und iſt durch alle folgenden Beobachtungen, ſelbſt wenn ſie anfangs zu widerſprechen ſchienen, ſo glänzend beſtätigt, daß es nur der höchſten aſtronomiſchen Unwiſſenheit einfallen kann, daſſelbe bezweifeln zu wollen. Die **Hauptreſultate deſſelben**, um welche vorzüglich Keppler und Newton ſich unſterbliche Verdienſte erworben haben, dürften folgende ſein:

1) Bei keinem Planeten befindet die Sonne ſich genau im Mittelpunkte ſeiner Bahn. Daher iſt jeder Planet an einer Seite der Bahn in der Sonnennähe oder dem Perihēl, an der entgegengeſetzten in der Sonnenferne oder dem Aphēl. Dieſe beiden Punkte werden zuſammengenommen die Apſiden und die Linie zwiſchen beiden die Apſidenlinie genannt.

2) Die Richtung des Perihels gegen die Ekliptik verändert

ſich fortwährend, doch bei keinem bis zum vollen Betrage von einer Bogenminute jährlich, und zwar mit einziger Ausnahme der Venus ſo, daß es ſideriſch (d. h. im Verhältniſſe zu den Sternen der Ekliptik) vorwärts (d. h. in der Ordnung der Himmelszeichen), alſo links fortrückt und nach einer langen Periode, meiſtens nach vielen Jahrtauſenden, durch den ganzen Kreis der Ekliptik geht.

3) Zwar weichen die meiſten dieſer Bahnen nicht ſehr von excentriſchen Kreiſen ab und laſſen ſich in Zeichnungen nicht gut anders, denn als ſolche Kreiſe darſtellen; in der That aber ſind ſie keine Kreiſe, ſondern Ellipſen[1] mit einer großen und kleinen Axe, deren Unterſchied mit der Excentricität der Bahn zunimmt. Die Apſidenlinie iſt daher die große Axe, die bei allen Planeten unveränderlich iſt.

Die elliptiſche Form der Planetenbahnen, die ſich auch bei allen Himmelskörpern wieder findet, iſt das erſte der drei berühmten Keppler'ſchen Naturgeſetze für die Bewegung der Himmelskörper, welche der große deutſche Aſtronom Keppler († 1630) aus bloßen Beobachtungen, vorzüglich des Mars, ableitete, und welche er in ſeinem Werke: **Astronomia nova de motibus stellae Martis, Pragae 1609**, zuerſt der Welt mittheilte.

Das **zweite** dieſer Geſetze lautet dahin, daß die Bewegung eines Planeten auf ſeiner Bahn nicht von völlig gleicher Geſchwindigkeit iſt, ſondern gegen das Perihel hin zunimmt, gegen das Aphel ſich vermindert, indem in gleichen Zeiten Bogen durchlaufen werden, deren durch gerade Linien vom Brennpunkte aus gebildete Sectoren an Flächeninhalt einander gleich ſind. Dieſes wird ſo ausgedrückt: Die von dem Radius vector eines Planeten beſchriebenen Flächenräume ſeiner Bahn ſind den auf die letztern verwendeten Zeiträumen proportional. Daraus folgt aber auch der Satz: daß die Geſchwindigkeiten eines Planeten auf verſchiedenen Punkten

[1] Die Ellipſe iſt eine der drei Arten der Kegelſchnitte und zwar diejenige krumme (ovale) Linie (Curve), welche man erhält, wenn man einen Kegel durch eine Ebene dergeſtalt ſchneidet, daß beide Seiten von der ſchneidenden Ebene getroffen werden, ohne daß der Schnitt der Grundfläche parallel iſt; und die Eigenſchaft dieſer Curve iſt, daß in jedem Punkte ihres Umfanges die Abſtände deſſelben von den beiden Brennpunkten zuſammengenommen (oder die Summe dieſer beiden Abſtände) der großen Axe der Ellipſe gleich ſind. Man zeichnet ſie daher mit Hülfe eines Fadens von der Länge der großen Axe, der in den beiden Brennpunkten an feinen Nadeln ſo befeſtigt iſt, daß man den Zeichnenſtift in dem gleichförmig ausgeſtreckten Faden um beide Seiten der Brennpunkte herumführt, und diejenige gerade Linie, welche von einem der Brennpunkte an jeden Theil der Ellipſe gezogen wird, heißt der Radius vector oder Leitſtrahl. Geht die ſchneidende Ebene parallel mit der Grundfläche, ſo erhält man einen Cirkel, geht ſie aber parallel mit einer Seite des Kegels, ſo entſteht die Curve der Parabel, welche mit divergirenden geradlinigen Armen endigt. Wird endlich der Schnitt ſo geleitet, daß er mit der Axe des Kegels parallel geht, ſo erhält man die Hyperbel.

6*

ſeiner Bahn ſich umgekehrt verhalten wie die Quadrate der Entfernungen. Nimmt man z. B. an, daß ein Planet in einem Punkte A um $^1/_5$ weiter von der Sonne entfernt ſei als in einem Punkte B, ſo verhalten ſich die Geſchwindigkeiten auf demſelben umgekehrt wie $1{,}2^2 : 1^2$; alſo, ſetzt man die Geſchwindigkeit von B als = 1, ſo erhält man die Geſchwindigkeit von A durch folgende Proportion

$$1{,}2^2 : 1^2 = 1 : \text{Geſchwindigkeit von A}$$

$$\text{oder } 1{,}44 : 1 = 1$$

$0{,}694$ = Geſchwindigkeit von A. Dieſe beträgt alſo nur etwas mehr als $^2/_3$ der Geſchwindigkeit, welche der Planet in B hat. Daraus folgt aber auch: daß die Geſchwindigkeit eines Planeten auf ſeiner Bahn, mit der Quadratzahl ſeiner jedesmaligen Entfernung von der Sonne multiplicirt, überall ein gleiches Product gibt, oder, eine conſtante (ſich immer gleichbleibende) Größe iſt, alſo die mittlere Geſchwindigkeit gibt.

Damit war jedoch das Verhältniß der Bewegung zur Entfernung bei verſchiedenen Planeten noch nicht gefunden. Aber durch unermüdete Vergleichung unzähliger Beobachtungen gelang es ihm endlich, auch für dieſes das **dritte Naturgeſetz** zu entdecken, welches für die Aſtronomie von der höchſten Wichtigkeit geworden iſt. Es beſteht darin: daß die Quadratzahlen der ſideriſchen Umlaufszeiten (d. h. der Zeiten ſolcher Umläufe, nach denen Sonne, Planet und Fixſterne wieder in eine gerade Linie kommen) zweier Planeten ſich verhalten wie die Cubikzahlen ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne. Waren alſo drei dieſer Größen bekannt, ſo ließ ſich die vierte leicht durch Rechnung finden. Dies wird ſich durch eine Beiſpiel in einfach runden Zahlen leicht verdeutlichen laſſen. Von der Erde, die ihren Umlauf in einem Jahre vollendet, ſei der mittlere Abſtand von der Sonne c. 20 Millionen Meilen und die Umlaufszeit Jupiters = c. 12 Erdenjahren, ſo läßt ſich die ungefähre mittlere Entfernung des letztern von der Sonne folgendermaßen finden:

$$1^2 \text{ Jahr} : 12^2 \text{ Jahre} = 20^3 \text{ Mill. M.} : x^3 \text{ Mill. M.}$$

$$\text{oder } 1 \text{ Jahr} : 144 \text{ Jahre} = 8000 \text{ Mill. M.} : x^3 \text{ Mill. M.}$$

$$\text{alſo } 1152000 = x^3 \text{ Mill. M.}$$

$\sqrt[3]{}$ 104 Mill. Meilen ungefähr = der mittleren Entfernung Jupiter's von der Sonne. Auch kommt dieſes Reſultat der wahren mittleren Entfernung von $107^1/_2$ Mill. Meilen ſo nahe, daß man leicht einſieht, der Unterſchied rühre nur von der Ungenauigkeit der runden Zahlen her, da die mittlere Entfernung der Erde faſt 21 Mill. Meilen beträgt, alſo der Cubus von dieſer das Product weit mehr vergrößert, als es das Quadrat der um $^1/_6$ Jahr zu groß angenommenen Umlaufszeit Jupiter's thun kann. Uebrigens zeigt dieſe Differenz auch, wie wichtig

es für die Berechnung der mittlern Entfernung oder der halben großen Axe aller Weltkörper unſers Sonnenſyſtems iſt, ſowohl die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne, als die Umlaufszeit jener Weltkörper mit möglichſter Schärfe kennen zu lernen.

Das eben Geſagte dürfte hinreichen, den Liebhabern vorläufig eine klare Vorſtellung von dem Sinne der drei Keppler'ſchen Geſetze und von ihrer Wichtigkeit für die Aſtronomie zu geben. Die weitere Ausführung und Anwendung derſelben, ſowie die Begründung ihrer Naturnothwendigkeit, welche Newton ſpäter in der Anziehungskraft jeder Materie (der allgemeinen Schwere oder Gravitation) entdeckte, gehört nicht zu meinem Zwecke der bloßen Erleichterung, und muß daher aus den Lehrbüchern der Aſtronomie geſchöpft werden.

4. Obgleich aber, wie im vorhergehenden Satze erwähnt ward, die große Axe der Planeten unveränderlich iſt, ſo gilt dieſes doch nicht von der Excentricität (d. h. von der Entfernung des Perihels vom Brennpunkte der Ellipſe), welche nach Theilen der halben großen Axe beſtimmt wird. Sie iſt nämlich in einer zwar fortwährenden, aber ſehr langſam fortſchreitenden Veränderung begriffen, welche bei einigen Planeten in einer Zunahme, bei andern in einer Abnahme beſteht, jedoch nur bis zu einer gewiſſen Grenze.

5. Da aus dem zweiten Keppler'ſchen Geſetze erhellet, daß die Geſchwindigkeit der Planeten auf ihrer Bahn ungleich und zwar in der Sonnennähe größer als in der Sonnenferne iſt: ſo kann man die Geſchwindigkeit der verſchiedenen Planeten nur nach der mittlern Geſchwindigkeit vergleichen, welche ſie in der Nähe ihrer kleinen Axe haben. Auch folgt aus dem dritten Keppler'ſchen Geſetze, daß dieſe mittlere Geſchwindigkeit mit der zunehmenden Entfernung der verſchiedenen Planetenbahnen von der Sonne immer mehr abnehmen müſſe, daß alſo die entfernteren Planeten ſich auf ihrer Bahn langſamer bewegen als die näheren; wie denn auch wirklich dieſe Geſchwindigkeit beim Merkur reichlich 7 Mal ſo groß iſt als beim Uranus. Das Verhältniß dieſer Geſchwindigkeiten findet man auf Weiland's Pl. S. zur linken Seite ſowohl im Bogen als Längenmaß ſehr anſchaulich dargeſtellt.

6. Daher nimmt die Umlaufszeit mit der Entfernung aus einem doppelten Grunde zu, nicht bloß, weil der Planet einen größern Weg zurückzulegen hat, ſondern auch, weil er auf demſelben ſich langſamer bewegt. Uranus iſt kaum 20 Mal ſo weit von der Sonne als die Erde; aber ſeine Umlaufszeit dauert mehr als 80 Mal ſo lange.

Aber der Endpunkt des Umlaufs kann verſchieden gedacht werden. Legt man ihn in die Linie, welche durch die Sonne und einen beſtimmten Stern der Ekliptik gezogen wird, ſo hat der Planet bei der Rückkehr in dieſen Punkt den wahren oder ſideriſchen Umlauf vollbracht, der ſich unveränderlich gleich bleibt, und einen ſolchen Umlauf

nennt man das Sternjahr. Sucht man ihn aber in der Linie, welche man durch die Sonne und den Frühlingspunkt zieht, ſo erhält man den tropiſchen Umlauf oder das Sonnenjahr, welches im bürgerlichen Leben gelten muß, weil alle Geſchäfte deſſelben von den Jahreszeiten abhangen, welche vom Frühlingspunkte beſtimmt werden. Da aber dieſer wegen der Präceſſion der Nachtgleichen den Planeten auf ihrem Umlaufe entgegenkommt, ſo muß die tropiſche Umlaufszeit oder das Sonnenjahr etwas kürzer ſein als das ſideriſche. Zwar iſt der Unterſchied während der kurzen Umlaufszeit der nähern Planeten ſehr gering und beträgt beim Merkur nur 1 Zeitminute, aber bei den entfernten iſt er ſo groß, daß er beim Uranus faſt 100 Erdentage ausmacht. — Verſetzt man jenen Endpunkt des Umlaufs in die gerade Linie, welche durch die Mittelpunkte der Sonne, der Erde und eines andern Planeten gezogen wird, ſo daß der außerhalb der Erdbahn umlaufende in die Oppoſition (☍), der innerhalb ſich bewegende aber in die untere Conjunction (☌) (d. h. zwiſchen Erde und Sonne) zurückkehrt: ſo erhält man die dritte Art des Umlaufs und der Umlaufszeit, nämlich die ſynodiſche, die nur beim Merkur kaum 4 Monate erfüllt, bei allen übrigen aber länger als ein Erdenjahr iſt, weil die Erde außer ihrem eigenen Umlaufe noch einer längern oder kürzern Zeit bedarf, um den unterdeß fortgeſchrittenen Planeten einzuholen, oder von ihnen eingeholt zu werden. Am kürzeſten iſt ſie bei den entfernteſten und wächſt bei den andern mit ihrer Nähe. Beim Uranus ſteigt ſie nur 4½, beim Saturn faſt 13 Tage, beim Jupiter reichlich 1 Monat, beim Mars aber 26 und bei der Venus 7 Monate Erdenzeit über 1 Erdenjahr hinaus.

7. Die Bahnebenen der Planeten haben eine verſchiedene Neigung ſowohl gegen einander, namentlich gegen die Erdbahn oder Ekliptik, als auch gegen die Ebene des Sonnen-Aequators. Von der letztern beträgt aber die Abweichung bei keinem, außer Uranus und Pallas, über 7½ Grade. An der einen Seite des Sonnen-Aequators hat nämlich Uranns 8¼, die Erdbahn 7½, die Jupitersbahn 6⅕, die Saturnsbahn faſt 6, die Marsbahn 5¾, die Venusbahn nahe 4⅕, die Merkursbahn nur ½ und die Bahn der Veſta nur ⅓ Grad Abweichung von dem Sonnen-Aequator. An der andern Seite dagegen weicht die Bahn der Juno 3, der Ceres 5½ und der Pallas ſogar 27 Grade von ihr ab. Mit Ausnahme der letzten kann man alſo von allen Planetenbahnen ſagen, daß ſie nicht viel von der Ebene des Sonnen-Aequators abweichen, welches man ſich auch dadurch leicht anſchaulich machen kann, wenn man auf Weiland's Pl. S. im Durchſchnitte der Planetenbahnen zunächſt am linken Rande unmittelbar links über der Veſta eine lange Linie durch die Sonne zieht, wodurch es augenblicklich klar wird, welche der Bahnen rechts und links über oder unter dem Sonnen-Aequator liegen.

Obgleich aber die Lage der Bahnen gegen den Sonnen-Aequator

ſowohl für eine graphiſche Darſtellung der Planeten, als auch für eine klare Einſicht in die Verhältniſſe derſelben äußerſt nützlich iſt: ſo iſt doch eine darauf gegründete Beſtimmung ihrer Neigungen für die Aſtronomen nicht brauchbar, weil ihr die Schärfe fehlt, deren ſie bedarf. Denn, weil die Sonne zu ihrer Rotation 25 Tage gebraucht, ſo erleiden die Flecken in ihrer Lichthülle (Photoſphäre), welche allein uns ſichtbar werden, während dieſer langen Zeit meiſtens eine ſo bedeutende Veränderung, daß man oft ſich kaum von ihrer Identität überzeugen, jedenfalls aber keine ſo große Genauigkeit erlangen kann, wie ſie bei der Ekliptik möglich iſt. Daher beziehen alle ihre Angaben ſich auf die Ekliptik, wobei nur zu bemerken iſt, daß auf der einen Seite derſelben nur allein die Uranusbahn, auf der andern alle übrigen liegen. Indeß werden dadurch die Abweichungen der 4 kleinen oder mittlern Planeten weit größer, als ſie es in Beziehung auf den Sonnen-Aequator ſind.

8. Auch dieſe Neigung der Bahnebenen iſt nicht unveränderlich, ſondern einer doppelten Art von Schwankungen unterworfen. Die eine entſteht aus der Einwirkung der Planeten auf einander durch ihre gegenſeitige Attraction und bewirkt ein periodiſches, aber ſehr langſames Zu- und Abnehmen jener Neigung, wodurch bei unſerer Erde die Schiefe der Ekliptik in Perioden von 90000 und 40000 Jahren ſich von 21½ bis 27½ Graden verändert. Die andere findet ſich vorzüglich bei unſerer Erde durch die Attraction des Mondes in den verſchiedenen Stellungen ſeiner Bahn und hat kurze Perioden. Dieſe letztere iſt es, welche die Nutation der Erdaxe verurſacht, jedoch in einer Periode von 18⅔ Jahren nie über 9 Bogenſecunden ſteigt.

9. Weil alle gegen einander geneigten Bahnebenen durch den Mittelpunkt der Sonne gehen, ſo muß jede derſelben die Ebene der Erdbahn in einer geraden Linie ſchneiden, welche die Knotenlinie heißt, weil diejenigen Punkte derſelben, in welchen ſie durch die Bahnlinie des Planeten geht, die Knoten oder Knotenpunkte des Planeten genannt werden. Von dieſen heißt derjenige, in welchem der Planet aus der Südſeite der Erdbahnebene auf die nördliche Seite derſelben übertritt, der aufſteigende Knoten (☊), der entgegengeſetzte der abſteigende Knoten (☋). Der Punkt aber, in welchem ein Planet ſich über die Ebene des Sonnen-Aequators gegen Norden erhebt, wird durch das Zeichen ☊☉, der gegen Süden abſteigende Knoten hingegen durch ☋☉ angedeutet.

10. Auch dieſe Knoten ſind nebſt den Aequinoctial- und Solſtitialpunkten in einem ſtetigen aber langſamen Fortrücken begriffen, eben wie es ſchon von den Apſiden bemerkt iſt, aber gerade nach der entgegengeſetzten Seite. So wie dieſe letztern links, alſo mit den Himmelszeichen, vorwärts gingen, ſo gehen die Knoten mit Allem, was ihnen folgt, rechts oder rückwärts. Dieſe Bewegung iſt bei allen Planeten ſchnel-

ler, bei einigen mehr als doppelt ſo ſchnell, wie das Vorwärtsgehen der Apſiden, während es ſich bei den Trabanten gerade umgekehrt verhält. Die Erdbahn kann freilich, weil ſie als die Grundebene betrachtet wird, keine Knoten haben, aber bei ihr vertritt der Frühlingspunkt die Stelle der Knoten, und dieſer erleidet wegen der ſtarken Wechſelwirkung von Mond und Sonne eine ſtärkere Veränderung, als die Knotenpunkte aller übrigen Planeten. Er geht nämlich mehr als 4 Mal ſo ſchnell wie die Apſiden der Erde, indem er in 100 Jahren reichlich 5022 Bogenſecunden, alſo nahe 1⁷/₁₈ Grade zurückgeht. Doch iſt auch dieſes Zurückweichen nicht ganz gleichförmig, und der Frühlingspunkt braucht eine Periode von 25600 Jahren, um durch den ganzen Kreis der Ekliptik zu gehen. Bei den übrigen Planeten aber iſt die Periode ihrer Knoten weit länger, beim Merkur 6 bis 7 Male ſo lang. Da nun die Perihele der Planeten nach der entgegengeſetzten Seite gehen, ſo müſſen ſie, nachdem ſie eine Zeit lang ſich von einander entfernt haben, auf der andern Seite der Bahn einander wieder vorüberziehen. Bei der Venus gehen zwar Perihel und aufſteigender Knoten rechts; weil aber die Knoten 3 Mal ſo ſchnell vorrücken, ſo müſſen beide ſich doch ebenfalls immer weiter von einander entfernen, die Wirkung alſo in dieſer Hinſicht die nämliche ſein, ungeachtet ſie in ſideriſcher Hinſicht verſchieden iſt.

11. Die Rotations-Axen der Planeten ſtehen, ſo weit ſie bis jetzt bekannt ſind, bei keinem derſelben ſenkrecht auf ihrer Bahn, ſondern ſind mehr oder weniger gegen dieſelben geneigt. Jupiter's Axe weicht am wenigſten, nämlich nur 3¹/₁₀ Grade, von der verticalen Stellung ab, folglich ſein Aequator eben ſo wenig von der Bahnebene. Mehr als 7 Mal ſo ſtark iſt die Abweichung der Erde in beiden Rückſichten, nämlich 23¹/₂ Gr., etwas größer beim Saturn, nämlich 26⁴/₅ Gr. Noch ſtärker iſt ſie mit 28²/₃ Gr. beim Mars, und alle übertrifft in dieſer Hinſicht Uranus, deſſen Aequatorebene mit 99²/₃ Gr. über die ſenkrechte Richtung hinausgeht, daher der ſeiner Umlaufsbewegung entſprechende Pol unterhalb der Bahnebene liegt und die Rotationsbewegung rückläufig erſcheint. Dieſes wird mit großer Wahrſcheinlichkeit aus den Bahnebenen ſeiner Monde geſchloſſen, da dieſe bei den entfernten Planeten, mit alleiniger aber erklärbarer Ausnahme des ſiebenten Saturnsmondes, nahe in der Aequatorebene ihres Planeten liegen. Von der Axenſtellung Merkur's weiß man noch nichts, und bei der Venus iſt ſie höchſt ungewiß. Denn beide zeigen in der Erdnähe nur ſchmale Phaſen (erleuchtete Seiten), an deren Hörnerveränderung man zwar nach vieler Mühe und großem Schwanken der Meinungen ihre Rotationszeit einigermaßen beſtimmt hat, aber die Lage ihres Aequators nicht gut ermitteln konnte, weil ſie (wenigſtens die Venus) keine dauernden Flecken zeigen. Daher bedarf auch die Angabe, daß die Axe der Venus nur 17 Grade

von ihrer Bahnebene abweiche und darin dem Uranus ähnlich ſei, noch ſehr der Beſtätigung.

12. Die Stellung der Axen gegen die Bahnebenen ſind unveränderlich, aber nicht ihre Stellungen gegen den Himmelsraum. Gegen dieſen werden ſie nämlich verändert theils durch das Nr. 8. erwähnte Schwanken der Bahnebenen, dem auch die Axen folgen müſſen, theils durch die Präceſſion der Nachtgleichen und Solſtitiallinien, durch deren allmählige Drehung die unveränderte Neigung der Axe gegen die Bahn einem ganz andern Orte am Himmel zugewendet wird, woraus die S. 28 erwähnte Veränderung des Polarſternes entſteht.

13. Die Geſchwindigkeit der Axendrehung oder Rotation, von welcher auf jedem Planeten die Tageslänge abhängt, iſt bei den vier innern Planeten wenig verſchieden. Zwar hat die Beſtimmung derſelben bei Merkur und Venus aus den eben (Nr. 11.) angegebenen Gründen große Schwierigkeit, doch ſtimmen die meiſten Aſtronomen darin überein, daß dieſe beiden Planeten in jener Hinſicht faſt der Erde gleich ſind. Von denjenigen hingegen, welche ſich außerhalb der Erdbahn bewegen und daher gegen die Erde in Oppoſition kommen, wenn ſie derſelben gerade am nächſten und völlig erleuchtet ſind, haben drei durch ihre Flecken Gelegenheit zu einer ſehr genauen Beſtimmung ihrer Rotationszeit gegeben. Sie iſt beim Mars noch länger als bei der Erde, nämlich über $24\frac{1}{2}$ Stunden; beim Jupiter und Saturn aber, ungeachtet ihrer alle andern weit übertreffenden Größe, von einer überraſchenden Kürze, indem Jupiter in $9\frac{11}{12}$ und Saturn in faſt $10\frac{1}{2}$ Stunden ſich um ſeine Axe dreht. Die 4 mittlern ſind bei ihrer Entfernung zu klein, als daß es bisher gelungen wäre, ihre Axendrehung zu ermitteln, und der äußerſte Uranus für die bisherigen Inſtrumente zu entfernt, um Flecken auf ihm zu unterſcheiden.

Zweite Abtheilung. B.

Erläuterung der Conſtruction der graphiſchen Darſtellung von Tafel III.

Indem ich mir nun die Aufgabe ſtellte, die meiſten dieſer Punkte durch eine graphiſche Darſtellung, ſo viel es irgend möglich war, zur ſinnlichen Anſchauung zu bringen, ſah ich mich genöthigt, mich dabei auf die 4 innern Planeten zu beſchränken, damit die Zeichnung bei der nicht zu überſchreitenden Größe die erforderliche Deutlichkeit erhalten konnte, und die **Conſtruction** derſelben werde ich jetzt erläutern.

Zuerſt findet man links auf der Zeichnung unter der Erklärung einiger Zeichen einen verjüngten Maßſtab für Millionen Meilen und deren Zehntheile, die folglich Hunderttauſende von Meilen darſtellen. Da nun die größeſte Entfernung des Mars von der Sonne $34\frac{3}{4}$ Millionen M. beträgt, ſo mußte dem innern der für die Grade der Ekliptik beſtimmten Kreiſe in der möglichſt gedrängten Einfaſſung ein Halbmeſſer von 36 Mill. Meilen gegeben werden. Nachdem dieſer Kreis in 360 gleiche Theile getheilt war, war für den Anfangspunkt der Zählung, für den Frühlingspunkt, eine ſolche Stellung zu ſuchen, bei welcher eine paſſende Durchſchnittslinie aller vier Bahnebenen eine horizontale Lage erhielt, um der untern Durchſchnittszeichnung zu entſprechen, und, da jene in der großen Axe der Marsbahn gefunden ward, ſo wurde nach der Länge derſelben in der Ekliptik die Lage des Frühlingspunktes beſtimmt, worauf in den beiden äußern Ringen die Zahlen der Grade und die Namen der entſprechenden Himmelszeichen hinzugefügt wurden, d. h. derjenigen, in denen die Sonne beim Frühlingspunkte und in den folgenden Monaten von der Erde aus geſehen (geocentriſch), zu ſtehen ſcheint.

Jetzt ließ ſich aus dem Mittelpunkte der Kreiſe, als dem Orte der Sonne, auf der großen Axe der Marsbahn die Excentricität mit $0{,}_{093} \times 31\frac{1}{3}$ Millionen, alſo mit der Länge von $2{,}_8$ Mill. M. nach der Seite des Aphels abſetzen, wodurch der mit C♂ bezeichnete Mittelpunkt der Marsbahn gefunden ward, die nun mit einem Halbmeſſer von $31\frac{1}{3}$ Mill. M. beſchrieben werden konnte. Auf gleiche Weiſe wurden die großen Axen, der Erde in 100, der Venus in 124 und des Merkurs in 74 Grade der Ekliptik gezogen, von jeder die Excentricität in Mill. Meilen berechnet und nach der Seite der Aphele ausgeſteckt, darauf aber aus den dadurch gefundenen Mittelpunkten die excentriſchen Bahnkreiſe und zwar der Erde mit $20{,}_7$, der Venus mit 15 und des Merkur's mit 8 Mill. M. Halbmeſſer beſchrieben. Für Erde und Merkur ſind die Mittelpunkte gleichfalls bezeichnet, für Venus ließ es ſich nicht thun, weil der Maßſtab für ihre geringe Excentricität, von $0{,}_{006}$ der halben großen Axe, alſo noch nicht 100000 Meilen, zu klein iſt, um deutlich angegeben werden zu können. Bei der Erde, wo ſie 335000 Meilen, und beim Merkur, wo ſie ſogar $1\frac{3}{5}$ Mill. M. beträgt, iſt es aber geſchehen. Auch wurde an den Endpunkten der großen Axe das Perihel und Aphel durch die Buchſtaben P und A unterſchieden. Bei der Erdbahn ließ aber die Mondsbahn ſich nicht angeben, weil die Punkte, welche die verſchiedenen Stellungen der Erde auf derſelben andeuten, der Deutlichkeit wegen eben ſo dick werden mußten, als nach dieſem Maßſtabe die ganze Mondsbahn im Durchmeſſer von 100000 Meilen geworden wäre.

Die ganze bisher beſchriebene Conſtruction enthält durchaus nichts Neues. Sie findet vielmehr anf jeder Darſtellung des Planetenſyſtems ihre Anwendung. Daher würde ich ſie gar nicht beſchrieben haben, wenn

ich nicht glaubte, dadurch den Liebhabern und zumal den Anfängern einen Dienſt zu erweiſen, weil ſie dadurch nicht bloß die Methode ſolcher Darſtellungen, ſondern auch manche Bahnverhältniſſe ſich durch Anſchauung bekannt machen können. Die übrige Einrichtung des Grundriſſes der Bahnen, auf welche ich zuerſt durch Littrow's ſinnreiche Darſtellung der vier bekannten Kometenbahnen geleitet wurde, habe ich auf andern Planetenſyſtemen nicht gefunden, ſowie ſie auch auf den vollſtändigen nicht leicht ausführbar ſein möchte. Von dieſer aber hoffe ich, daß ſie den Liebhabern der Sternkunde eine nicht unbedeutende Erleichterung gewähren werde, ſich von den übrigen wichtigſten und ſchwierigſten Bahnverhältniſſen eine klare Vorſtellung zu verſchaffen.

Um dieſelbe richtig aufzufaſſen, denke man ſich zuerſt die verſchiedenen Bahnflächen als Glasſcheiben von verſchiedener Durchſichtigkeit, welche im Mittelpunkte der Sonne einander ſchneiden; und zwar die Ebene des Sonnen=Aequators als völlig durchſichtig wie die Luft, alſo unſichtbar, die Bahnen des Merkur's, der Venus und des Mars als klare Scheiben von etwas verſchiedener Durchſichtigkeit oder Farbe und eben dadurch wahrnehmbar, die Erdbahn hingegen als ein halbdurchſichtiges Milchglas. Die Schneidungslinien dieſer verſchiedenen durchſichtigen Flächen bilden alſo die Knotenlinien der Bahnen, an deren einem Endpunkte der aufſteigende, am andern der abſteigende Knoten ſich befindet. Sehr erleichtert wurde die Darſtellung dadurch, daß die drei aufſteigenden Knoten zwiſchen 48 und 70 Graden der Ekliptik, alſo nicht weit von einander liegen, daher aber ſämmtlich ſich zur Linken über die weiße halbdurchſichtige Erdbahn erheben, zur Rechten aber unter derſelben nur halb ſichtbar ſind, weswegen ſie hier durch punktirte Linien angedeutet wurden.

Zur Linken liegt alſo die durchaus klare und daher unſichtbare Ebene des Sonnen=Aequators, deren aufſteigender Knoten in der Erdbahn ſich bei 81° der Ekliptik befindet, oben auf (d. h. auf der Nordſeite der Erdbahn), folglich dem Beobachter auf der nördlichen Erd=Hemiſphäre am nächſten. Dicht unter ihr, unter einer Abweichung von nur ½°, erhebt ſich die kleinere Hälfte der ſehr excentriſchen Merkursbahn, alſo unter einem Neigungswinkel von 7° gegen die Erdbahn. Darauf folgt die faſt vollſtändige Hälfte der faſt concentriſchen Venusbahn unter einem Neigungswinkel von 3⅓°, alſo faſt in der Hälfte der Neigung zwiſchen Merkur und Erde; endlich liegt die merklich größere Hälfte der durchſichtigen Marsbahn zunächſt und nur 1⅚° abweichend über der Erdbahn, und läßt dieſe innerhalb ihrer Bahnlinie hell durchſcheinen.

An der rechten Seite dagegen findet ſich genau das umgekehrte Verhältniß. Hier liegt das Milchglas der Erdbahn mit ſeiner Ausdehnung bis zum Thierkreiſe überall oben auf und darunter zunächſt die Marsbahn, darauf die Venusbahn, dann die Merkursbahn und zuletzt am allertiefſten die Ebene des Sonnen=Aequators. Um völlig naturgemäß zu

ſein, hätte freilich zur Linken die Erdbahn unter der Marsbahn eine ſehr zarte Schraffirung haben ſollen; davon ward jedoch abgeſehen, weil dieſe der Deutlichkeit der vielen in der Erdbahn zu notirenden Gegenſtände leicht Eintrag gethan hätte.

Auch die Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik iſt keinesweges unveränderlich, wie ſchon S. 87 Nr. 8. bemerkt iſt, und rührt theils von dem Schwanken der Erdbahn, theils von dem eigenthümlichen Schwanken der übrigen Planetenbahnen her, welches durch die verſchiedene Anziehung derſelben in ihren verſchiedenen Stellungen und Entfernungen verurſacht wird. Doch iſt dieſe Säcular-Aenderung der Neigungen der Bahnebenen, welche bei Merkur, Venus und Uranus im Zunehmen, bei Mars, Jupiter und Saturn im Abnehmen iſt, ſo langſam, daß ſie in 100 Jahren bei keinem Planeten ¼ Bogenſecunde beträgt. Ueberdies iſt ſie durch die bewundernswürdige Anordnung unſeres Sonnenſyſtems in ziemlich enge Grenzen eingeſchloſſen, nach deren Erreichung ſich allmälig wieder die mittlere Neigung herſtellt.

Obgleich nun die Neigung der Bahnebenen theils durch eine angemeſſene Schattirung, theils durch die bei der Ablöſung derſelben von einander in den Knotenlinien hinzugefügten Zahlen angedeutet iſt, ſo konnte ſie doch nur durch eine Durchſchnittszeichnung nach ihrem eigentlichen Winkelbetrage anſchaulich gemacht werden; und dieſe iſt daher in einer Oeffnung im Fuße der Einfaſſung dergeſtalt angebracht, daß der verticale Durchſchnitt der Bahnen durch die große Axe der Marsbahn geführt und die Erdbahn als die horizontale Ebene angenommen iſt.

Daß die Punkte in den Rändern der Bahnen, welche die Orte der Planeten in gleichen Zeitintervallen bezeichnen, in fortwährender Bewegung von der Rechten zur Linken, alſo von Weſten nach Oſten, gedacht werden müſſen, bedarf keiner Erinnerung und wird überdies durch die Pfeile neben den Bahninſchriften angedeutet. Den Unterſchied der Geſchwindigkeit kann man auch hier an der Größe der Intervallen ſehen, welche die mittlere Bahnbewegung während eines Erdenmonats darſtellen. Auch läßt ſich daraus die Länge der Umlaufszeit nach Erdenmonaten abzählen. Man ſieht nämlich daraus, daß Merkur nahe $2\frac{9}{10}$, Venus $7\frac{1}{3}$ und Mars $22\frac{1}{2}$ ſolcher Monate bedarf, um den Umlauf zu vollenden, und daß Mars durchſchnittlich nur die halbe Geſchwindigkeit des Merkur's hat. Bei jenem übertrifft ſie die Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel (welche 1500 Fuß in der erſten Secunde gerechnet wird), ungefähr 100, bei dieſem wenig mehr als 50, doch ſelbſt beim Uranus noch 14 Male.

Aber auch die übrigen Punkte und deren Verbindungslinien, welche auf den verſchiedenen Bahnflächen angegeben ſind, bleiben nicht unveränderlich in derjenigen Richtung gegen die Sterne der Ekliptik, welche ſie gegenwärtig haben; ſie bewegen ſich vielmehr nach verſchiedenen Seiten ſo

langſam, daß man früher nur die Wirkungen beachtete, welche dadurch nach 100 Jahren hervorgebracht werden. Daher heißen ſie Säcular-Aenderungen.

Links, alſo vorwärts in der Ordnung der Himmelszeichen, oder in eben der Richtung, in welcher die Planeten ihren Umlauf machen, erfolgt dieſe Veränderung der Apſiden ſideriſch bei allen Planeten, mit einziger Ausnahme der Venus, alſo dreht ſich die ganze Apſidenlinie in dieſer Richtung, und zwar fortwährend, bis ſie den ganzen Kreis der Ekliptik durchſchnitten hat und darauf eine zweite Periode der Umdrehung fortſetzt. Aber dieſes geſchieht in ſehr langen Perioden. Für die Erde beträgt ſie 115000 Jahre, für Merkur faſt die doppelte Zeit, für Mars etwa ⅔ derſelben. Bei Venus allein geht das Perihel rechts, aber ſo langſam, daß es erſt in 400000 Jahren den Kreis vollendet. Dieſes iſt die Säcular-Veränderung des Perihels, deren Richtung durch einen kleinen Pfeil auf der Apſidenlinie anſchaulich gemacht iſt.

Rechts dagegen, oder rückwärts gegen die Ordnung der Himmelszeichen, oder von Oſten gegen Weſten, gehen die Knoten- nebſt den Aequinoctial- und Solſtitialpunkten, und zwar ſo, daß dieſe alle einander mit gleicher Geſchwindigkeit folgen, alſo drehen ſich auch alle Linien, welche dieſe Punkte verbinden, gleichförmig rechts, oder von Oſten gegen Weſten. Dieſe Veränderung geht zwar bei den Planeten (denn bei den Trabanten iſt es umgekehrt) raſcher, bei einigen doppelt und mehrfach, beim Uranus ſogar faſt 16 Mal ſo ſchnell vor ſich, als die Säcular-Aenderung des Perihels, dennoch beträgt ſie auch bei dieſem jährlich nicht viel mehr als ½ Minute, daher ſie ebenfalls zu den Säcular-Aenderungen gerechnet wird, und heißt die Säcular-Aenderung des aufſteigenden Knotens. Bei der Erdbahn kann vom Knoten nicht die Rede ſein, weil ſie als die Grundebene gedacht wird, aber bei ihr tritt die Präceſſion der Nachtgleichen an deren Stelle und ihre Säcular-Aenderung iſt unter allen Planeten die größeſte, da ſie in einem Jahre ⅚ Minute, folglich in 100 Jahren faſt 1⅕ Grad beträgt.

Daraus darf aber nicht gefolgert werden, daß auch bei den übrigen Planeten die Aequinoctial-Axe des Frühlingspunktes mit der Knotenlinie zuſammenfalle; dieſes gilt auch vom aufſteigenden Knoten des Sonnen-Aequators (☊☉) eben ſo wenig bei der Erde als bei den übrigen. Denn obgleich bei dieſen die Aequinoctial- und Solſtitialpunkte in gleicher Richtung wie die Knotenpunkte ſich drehen, ſo liegen ſie doch in ſehr verſchiedenen Orten der Ekliptik, und daher müſſen dieſe erſt aufgeſucht werden, bevor jene Axen gezogen werden können, welches auf der Zeichnung mit Angabe ihrer Bedeutung geſchehen iſt; und da bei der Erdbahn die Punkte bezeichnet ſind, in welchen die Erde während des letzten Dritttheils eines jeden Monates ſich befindet, ſo läßt ſich daraus die Jahreszeit eines jeden Planeten, deſſen Axenſtellung bekannt iſt, bei

ſeiner Oppoſition oder untern Conjunction (zwiſchen Erde und Sonne) erkennen.

Dieſe Axenſtellung iſt aber aus den S. 89 angegebenen Urſachen bei Merkur und Venus ſo gut wie ganz unbekannt, konnte alſo auf der Zeichnung nicht angegeben werden. Bekannt iſt ſie aber von Erde, Mars, Jupiter und Saturn. Die beiden erſten kamen hier zur Darſtellung, und dieſe ward dadurch bewirkt, daß an den beiden Enden der Solſtitiallinie die Rotations-Axe unter dem ihr zugehörigen Winkel in den Grund gelegt wurde. Gedacht muß ſie aber ſo werden, daß ſie in der Vertical-ebene der Solſtitiallinie und zwar in der angegebenen Neigung gegen dieſe Linie ſtehe, alſo wie ein Stift, der in dieſer Richtung auf das Papier geſtellt wird. Auf dieſe Weiſe wird es durch die graphiſche Darſtellung von ſelbſt klar, in welchen Monaten Mars in Oppoſition gegen die Erde ſtehen muß, wenn deren Bewohner über ſeinen Nord-Pol oder Süd-Pol hinweg, oder aber ſeine Hemiſphäre von Pol zu Pol, erblicken ſollen. Auch wird man dieſes leicht für Jupiter und Saturn finden können, wenn man auf den Planetenſyſtemen, z. B. Weiland's, die mit „Längſter und kürzeſter Tag" bezeichneten Punkte ihrer Bahnen und deren Orte in der Ekliptik aufſucht, und daſelbſt die Axen auf eine ähnliche Weiſe dergeſtalt einzeichnet, daß am längſten Tage des Planeten ſeine Axe unter dem bekannten Neigungswinkel des Jupiter's von 86⁹⁄₁₀, des Saturns von 63⅕ Graden, der Sonne im Mittelpunkte zugewendet, am kürzeſten dagegen abgekehrt iſt. Vergleicht man dann dieſe Orte der Ekliptik mit den Orten der Erdmonate, ſo wird man leicht ſehen, in welche Monate die Oppoſition fallen muß, wenn man den Nord- oder Süd-Pol dieſer Planeten und die nördliche oder ſüdliche Fläche von Saturn's Ringſyſteme beobachten kann.

Um indeß auch dieſes den Liebhabern zu erleichtern, ſind auf der Einfaſſung der graphiſchen Darſtellung neben der Graduirung der Ekliptik die Perihele und Aphele durch **P** und **A**, die längſten und kürzeſten Tage durch **L T** und **K T**, und die Frühlings- und Herbſt-Aequinoctialpunkte durch **Fr-Gl** und **H-Gl** der drei Planeten: Jupiter ♃, Saturn ♄, und Uranus ♅, an den betreffenden Punkten der Ekliptik angedeutet. Nach den Erdenmonaten, in welche ihre Oppoſition fällt, kann alſo auch unmittelbar ihre jedesmalige Entfernung von der Erde, ihre eigene Jahreszeit und die Stellung ihrer Axe gegen den irdiſchen Beobachter beurtheilt werden.

Die Richtung und Geſchwindigkeit der Rotation anzudeuten, hatte einige Schwierigkeit, und es wurde um ſo eher unterlaſſen, weil es unnöthig ſchien, da die Bemerkung hinreichen dürfte, daß bei der Rotation die Richtung die nämliche iſt wie beim Umlaufe; alſo links oder von Weſten nach Oſten geht (wenn das Geſicht des Beobachters gegen Süden gedacht wird), daß aber die Geſchwindigkeit bei den

4 innern Planeten faſt gleich, nämlich ungefähr 24 Stunden Erdenzeit iſt. Beim Merkur iſt die Rotationszeit nur wenige Minuten und beim Mars nahe $\frac{2}{3}$ Stunden länger, bei der Venus dagegen reichlich $\frac{1}{2}$ Stunde kürzer, als bei der Erde. Außerordentlich viel ſchneller drehen ſich aber die beiden großen äußern Planeten, indem Jupiter kaum 10, Saturn nahe $10\frac{1}{2}$ Stunden zur Umdrehung gebraucht. Von den 4 kleinen mittlern Planeten, ſo wie vom Uranus iſt die Rotationszeit mit vielem Anderen noch unbekannt. Auch bei der Venus war ſie lange ſehr zweifelhaft, weil man ſie nicht aus dauernden Flecken, ſondern nur aus der ſchwer zu beobachtenden Veränderung der Hörner ihrer Phaſen ableiten konnte, wodurch Einige ſo viele Tage als Andere Stunden erhielten. Jetzt wird jedoch die oben angegebene Zeit als das wahrſcheinlichſte Reſultat betrachtet. Sicherer iſt es bei dem Merkur, auf deſſen Oberfläche man durch ſehr ſtarke Fernröhre Flecken entdeckt hat.

Endlich wünſchte ich auch noch die ſynodiſche Umlaufszeit (S. 86) und das befremdende Phänomen, daß während derſelben die Planeten bald vorwärts bald rückwärts zu gehen ſcheinen, ſo anſchaulich als möglich zu machen. Daher bezeichnete ich die Punkte, wo die Erde an jedem ihrer 12 Monate in ihrer Bahn ſteht, durch die beigeſetzten Zahlen 1 bis 12, indem ich aus Gründen der Deutlichkeit das Sommer-Solſtitium oder den längſten Tag zum Anfangspunkte machte. Doch mußte ich wegen der langen Zeit, welche Venus und Mars zu ihrem ſynodiſchen Umlaufe gebrauchen, noch die Monatszahlen eines zweiten und ſogar einige des dritten Erdumlaufs hinzufügen.

Jetzt wurde die Bahn der Venus nach der Zahl der Erdenmonate, welche ſie zu ihrem Umlaufe gebraucht, von dem mit dem Anfangspunkte der Erdbahn correſpondirenden Punkte aus, in $7\frac{2}{3}$ gleiche Theile getheilt, und die bei einem zweiten und dritten Umlaufe fortgeſetzten Theilungen durch kleinere Zwiſchenpunkte und fortlaufende Zahlen bis Nr. 19 bezeichnet. Ein Gleiches geſchah bei der Bahn des Merkurs mit den $2\frac{9}{10}$ Erdenmonaten, welche dieſer zu ſeinem Umlaufe gebraucht, wo aber eine Fortſetzung nicht weiter als zum dritten Monate nöthig war, weil er ſchon vor Ablauf des vierten Monats die Erde einholt. Die Bahn des Mars dagegen mußte nicht blos in $22\frac{1}{2}$ Monatstheile zerlegt, ſondern die Theilung auch noch bis zum 26ſten fortgeſetzt werden.

Indem nun die Punkte der Erdbahn 1, 2, 3 u. ſ. w. mit den correſpondirenden Punkten der Venusbahn durch Linien, und zwar beim erſten Umlaufe der Venus durch ausgezogene, beim zweiten durch punktirte Linien verbunden wurden, zeigt es ſich deutlich, daß die punktirte Linie 19♁ und 19♀ wieder faſt gerade auf die Sonne gerichtet iſt, wie die ſynodiſche Umlaufszeit von nahe $19\frac{1}{8}$ Erdenmonaten es fordert. Doch durfte ich die Verbindungslinien nicht weiter als bis an die Venusbahn

ziehen, wenn gleich die Punkte, auf welche ſie gerichtet ſind, an der andern Seite der Bahn liegen, weil die Linien, wenn ſie die ganze Bahn der Venus und des Merkur's durchſchnitten hätten, die graphiſche Darſtellung in Verwirrung gebracht haben müßten. Man muß alſo die correſpondirenden Zahlen aufſuchen und erforderlichen Falls ein Lineal zu Hülfe nehmen, um die Richtung ſolcher Linien von der Erde aus bis zu einem gegenüberſtehenden Punkte der Venusbahn zu verfolgen. — Auch bei der Marsbahn ſchien es nicht rathſam, die Menge der Monatslinien nur auf dieſer ſelbſt zu zeichnen, weil ſchon dieſes manche ſonſtige Linien dieſer Bahn, beſonders aber die Verbindungslinien zwiſchen der Erd= und Venusbahn undeutlich gemacht hätte; noch viel weniger aber war es zuläſſig, jene Monatslinien alle übrigen Bahnen durchkreuzen zu laſſen. Daher wählte ich den Ausweg, nur die Richtung derſelben außerhalb der Marsbahn zu zeichnen, da die correſpondirenden Zahlen und die Hülfe eines Lineals leicht Jeden in den Stand ſetzen, ſie an den correſpondirenden Punkt der Erdbahn zu verfolgen.

Betrachtet man nun die Richtung dieſer Verbindungslinien, ſo wird man ſehr deutlich ſehen, daß in den erſten 9 Monaten nach der untern Conjunction jene Richtungslinie vor der Erde vorauszueilen ſcheint, nachher aber das Anſehen gewinnt, als bleibe ſie hinter der Erde zurück. Nach der untern Conjunction läßt ſie als Morgenſtern die Sonne anfangs immer mehr links, und zwar mit einer bis zu 0 abnehmenden Geſchwindigkeit, bis ſie ſchon gleich nach Ablauf des zweiten Monats die Venus in ihrer höchſten Elongation (ſcheinbaren Entfernung von der Sonne) hat, die nicht über 48° betragen kann, ſo daß alſo dann Sonne und Venus im Mittel ungefähr um die Hälfte eines rechten Winkels von einander ſtehen. In dieſen 2 Monaten ſcheint ſie alſo der Erde rechts oder rückläufig von der Sonne fortzurücken. In den folgenden 7 Monaten nähert ſie ſich wieder langſam der Sonne, folglich links oder rechtläufig, bis ſie ungefähr eine Woche vor der Zeit, in welcher ſie hinter der Sonne herumgeht, in den Strahlen derſelben ganz verſchwindet. Eine Woche ſpäter kommt ſie links von der Sonne wieder als Abendſtern zum Vorſchein, und ſetzt 7 Monate lang links oder rechtläufig ihre Entfernung von der Sonne fort, bis ſie abermals und zwar als Abendſtern ihre höchſte Elongation unter dem nämlichen Sehwinkel erhält, worauf ſie in den übrigen 2 Monaten rückläufig wieder zur untern Conjunction gelangt. Hieraus erſieht man, daß Venus in 4 Monaten, nämlich 2 Monate vor und nach der untern Conjunction rückläufig, und in den übrigen 14 Monaten rechtläufig, in dem noch übrigen Monate aber ſtationär iſt. Dieſes iſt die geocentriſche Bewegung der Venus in Beziehung auf die Sonne. In Beziehung auf die Sterne der Ekliptik aber iſt ſie eine ganz andere. Denn da hier in der erſten Hälfte der Umlaufszeit nach der untern Conjunction die Erde voraus=

zueilen, in der zweiten aber hinter ihr zurückzubleiben ſcheint, ſo iſt die ſcheinbare Bewegung derſelben in jener eine directe oder rechtläufige, in dieſer dagegen eine retrograde oder rückläufige.

Beim Merkur findet ſich in Beziehung auf die Sonne ein ganz ähnliches Verhältniß des ſynodiſchen Umlaufs, nur daß die Perioden äußerſt ſchnell verlaufen. Sein ganzer ſynodiſcher Umlauf wird in reichlich 3⁵/₆ Monaten vollbracht, daher erlangt er, je nachdem die ſtarke Excentricität ſeiner Bahn gegen den Ort der Erde ſteht, bald in ½ bald in ⁵/₆ Monat nach ſeiner untern Conjunction als Morgenſtern in rückläufiger Bewegung (in Beziehung auf die Sonne) ſeine größeſte Elongation, die aus dem eben angegebenen Grunde gleichfalls verſchieden iſt, doch nie über 27⅔ Grade ſteigt. Von da an geht er rechtläufig (links) hinter der Sonne weg, um als Abendſtern zur zweiten Elongation zu gelangen, von welcher aus er wieder rückläufig gegen die Sonne die untere Conjunction da erreicht, wo die Erde 3⁵/₆ Monate hinter dem Anfangspunkte ſich befindet. Dieſes wird ſich, ungeachtet die Richtungslinien nicht gezogen werden konnten, doch leicht verſtehen laſſen, wenn der ſynodiſche Umlauf der Venus klar geworden iſt.

Beträchtlich anders verhält es ſich aber mit dem ſynodiſchen Umlaufe des Mars, wie auch aller übrigen Planeten, welche außerhalb der Erdbahn ihren Umlauf haben. Bei dieſen iſt eine doppelte Conjunction unmöglich, denn die untere verwandelt ſich bei ihnen in die Oppoſition, und ſchon bei der Annäherung an ihre einzige obere Conjunction wird ihre Entfernung ſo groß, daß die meiſten bereits geraume Zeit vorher, wie auch nachher, ſich den Beobachtungen der Liebhaber ganz entziehen. Für dieſe hat alſo die Art ihrer Bewegung in Beziehung auf die Sonne weit weniger Intereſſe, als ſie ihnen in Beziehung auf die Fixſterne gewährt. Und hier zeigen nun die Richtungslinien der Marsbahn deutlich genug, daß in der erſten Hälfte der ſynodiſchen Umlaufszeit, alſo in den nächſten 13 Wochen nach der Oppoſition, der Planet beſtändig hinter der Erde zurückbleibt, alſo ſideriſch rückläufig erſcheint, in der zweiten Hälfte dagegen ihr voraus zu eilen ſcheint, alſo rechtläufig wird. Da der ſynodiſche Umlauf des Mars 2 Jahre und 50 Tage, alſo 25⅔ Monate dauert, ſo ſollte die zweite Oppoſition eigentlich da erfolgen, wo die Erde ſich in 1⅔ Monaten hinter dem Orte der erſten Oppoſition befindet. Auf der Zeichnung aber findet der Ort der zweiten Oppoſition ſich reichlich um ein ⅓ Monat der Erdbahn ſpäter, doch iſt eine ſolche kleine Ungenauigkeit bei dergleichen Zeichnungen eben ſo ſchwer zu vermeiden, als für den Zweck unerheblich, und ich erwähne ihrer nur, um dem Irthume zuvorzukommen, als ob wirklich 26 volle Monate zu einem ſynodiſchen Umlaufe des Mars erforderlich wären. Alle Zeichnungen aſtronomiſcher Gegenſtände können nur dazu dienen, die Begriffe zu

verſinnlichen, ſind aber niemals geeignet, die Schärfe der Berechnungen zu erlangen und die Stelle derſelben zu vertreten, am wenigſten da, wo, wie auf dieſer Zeichnung, Kreiſe die Stelle der Ellipſen vertreten müſſen und 100000 Meilen eine kaum wahrnehmbare Größe ſind.

Dritte Abtheilung. C.

Specialbeſchreibung der Bahnverhältniſſe der einzelnen Planeten.

Indem ich jetzt zur Specialbeſchreibung der Bahnverhältniſſe der einzelnen Planeten übergehe, fange ich mit der **Erde** an, theils weil ſie in allen ihren Verhältniſſen uns am Beſten bekannt iſt, theils weil die Kenntniß aller übrigen von geocentriſchen Beobachtungen ausgeht, und auch dieſe Beſchreibung ſich häufig auf dieſelben und auf irdiſche Verhältniſſe beziehen muß, theils weil die meiſten Größenmaße von ihr entlehnt ſind.

Die **Größenmaße**, durch welche die Bahnverhältniſſe der Planeten beſtimmt werden, ſind nämlich theils Bogenmaße, theils Zeitmaße, theils Längenmaße, und da dieſe nicht allen Liebhabern der Sternkunde hinreichend bekannt ſein dürften, ſo halte ich es für zweckmäßig, eine kurze Erläuterung derſelben vorauszuſchicken.

Die **Bogenmaße** werden überall gebraucht, wo Winkel gemeſſen und die Größen derſelben angegeben werden ſollen. Denn ein Winkel iſt derjenige Theil einer ganzen Umdrehung, den eine gerade Linie gemacht hat, welche urſprünglich auf einer andern geraden Linie lag und ſich dann dergeſtalt von derſelben entfernte, daß einer ihrer Endpunkte mit der andern geraden Linie vereinigt blieb. Da nun eine ganze Umdrehung bis in die urſprüngliche Lage einen Kreis beſchreibt, die umgedrehte Linie mag lang oder kurz ſein, ſo wird der Theil der Umdrehung durch den Theil des Kreiſes gemeſſen, der zwiſchen beiden den Winkel bildenden geraden Linien (den Schenkeln des Winkels) liegt. Soll aber der Kreis als Maß der Winkel gebraucht werden, ſo muß er in eine ſolche Zahl gleicher Theile getheilt ſein, welche für die verlangte Schärfe der Beobachtung hinreichen. Um dabei möglichſt den Bedürfniſſen Aller zu genügen, hat man Hauptheile und Unterabtheilungen des Kreiſes gemacht und zur Zahl der Hauptheile eine ſolche gewählt, welche von möglichſt vielen kleinern ſo getheilt werden könne, daß keine Brüche entſtänden, weswegen der Kreis von Alters her in 360 gleiche Theile eingetheilt wird, welche Grade heißen und zwar bei kleinen Kreiſen kleiner, bei größeren größer ſind, aber bei allen den 360ſten Theil einer vollen Umdrehung ausmachen. Wünſcht man nun die Zahl der Grade für gewiſſe gleiche Theile

des Kreiſes, ſo braucht man dieſe nur in die Zahl der Grade zu dividiren. So erhält man durch Diviſion mit 4 für den Viertelkreis oder Quadranten 90°, die das Maß eines rechten Winkels (der ſeinem Nebenwinkel über einer geraden Linie gleich iſt) ſein muß, weil der doppelte Quadrant ein Halbkreis und deſſen Durchmeſſer eine gerade Linie iſt. Ebenſo läßt ſich durch Diviſion mit 8 das Maß eines halben rechten Winkels oder einer Achtelumdrehung finden u. ſ. w.

Iſt aber $\frac{1}{360}$ des Kreiſes oder ein Grad noch zu groß für die verlangte Schärfe einer Winkelbeſtimmung, ſo theilt man nach dem Sexageſimalſyſteme jeden Grad wieder in 60 Minuten, und jede Minute in 60 Secunden, wodurch alſo jeder Grad in 3600 Secunden getheilt wird, welche letztere, wie man leicht denken kann, auch bei Kreiſen von beträchtlichen Halbmeſſern eine ſo kleine Größe werden, daß der, welcher mit den Methoden der aſtronomiſchen Beobachtungen nicht vertraut iſt, die Möglichkeit ihrer genauen Unterſcheidung nicht begreift. Dennoch genügen auch dieſe der Schärfe nicht, welche jetzt verlangt wird und beſonders für die Parallaxe der Fixſterne erforderlich iſt. Daher gehen die heutigen Beobachtungen bis auf Zehntheile, ja ſogar bis auf Hunderttheile der Secunden, alſo $\frac{1}{360000}$ eines Grades. Für die Liebhaber indeß ſind in den meiſten Fällen bloße Grade oder höchſtens Minuten vollkommen hinreichend.

Zum **Zeitmaße** bildet der mittlere Sonnentag von Mittag bis Mittag, d. h. die mittlere Zeit einer vollen Rotation der Erde um ihre Axe, bis die Sonne wieder in den nämlichen Meridian tritt, die Grundeinheit. Dieſer iſt etwas länger als der Sterntag, nach welchem der nämliche Stern wieder in den Meridian des Beobachters zurückkehrt, weil die Erde, wegen der Winkelbewegung gegen die Sonne, welche ſie während einer Rotation gemacht hat, im Mittel noch faſt 4 Minuten Sternzeit zu derſelben hinzufügen muß, um die Sonne wieder in den Orts-Meridian zu bringen. Aber die Sonnentage ſind unter ſich von ungleicher Länge, theils wegen der ungleichen Winkelbewegung der Erde im Perihel und Aphel (vergl. S. 85 Nr. 5), theils und vorzüglich wegen der Schiefe der Ekliptik, welche die Gradeintheilung dieſer und des Aequators nur in den Knotenpunkten ganz übereinſtimmend ſein läßt; daher weicht die mittlere Uhr oder Zeit, d. h. diejenige, welche im ganzen Jahre einen durchaus gleichförmigen Gang hat, von der Uhr des Sonnenzeigers zwei Mal im Winter bis $\frac{1}{4}$ Stunde und darüber, und zwei Mal im Sommer kaum halb ſo viel ab. Sie muß nämlich, um richtig zu gehen, im Anfange Novembers über 16 Minuten, und Mitte Mais 5 Minuten ſpäter als die Sonnenuhr, dagegen aber um den 25. Februar $14\frac{1}{2}$ und um den 25. Juli $6\frac{1}{3}$ Minute früher gehen als dieſe, woher es kommt, daß im November die Tageshelle am Nachmit-

tage ſo viel kürzer iſt als am Vormittage[1]. Bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts richtete man ſich allgemein nach dem wahren Sonnenmittag des Sonnenzeigers und den darnach geſtellten Uhren; ſeitdem aber iſt an vielen Orten allmählig die mittlere Zeit eingeführt, mit welcher allein vollkommene Uhren übereinſtimmen können; und dieſe iſt es auch allein, welche die Aſtronomen gebrauchen, wenn ſie ſich der Sonnenzeit zu ihren Beſtimmungen bedienen.

Bekannt iſt es, daß alle civiliſirte Völker den Tag in 24 Stunden, jede Stunde in 60 Minuten und jede Minute in 60 Secunden theilen, zu welchen letztern dann noch Zehntheile und Hunderttheile hinzugefügt werden, wo man einer ſolchen Schärfe bedarf. Wenn alſo bloß von Minuten und Secunden die Rede iſt, kann man nur aus dem Zuſammenhange ſehen, ob Theile des Bogens oder der Zeit gemeint ſind, und es iſt daher, wo Verwechſelung zu beſorgen iſt, nöthig, den Zuſatz „Bogen“ oder „Zeit“ hinzuzufügen. Der ganze Tag enthält alſo 1440 Zeitminuten oder 86400 Zeitſecunden.

Für die Beobachtung der Rectaſcenſion der Geſtirne aber iſt die Sternzeit und die für dieſelbe eingerichtete Sternuhr den praktiſchen Aſtronomen von großem Nutzen. Dieſe Uhr weicht erſtlich darin von der gewöhnlichen ab, daß ihr Zifferblatt bis XXIV geht, alſo ihren Nullpunkt bei dieſer Zahl hat, wie der Himmels-Aequator bei 360° im Frühlingspunkte. Zweitens iſt ſie ſo eingerichtet, daß Hunderttheile einer Sternzeitſecunde durch das Gehör des geübten praktiſchen Aſtronomen wahrgenommen werden können. Drittens iſt ihr Perpendikel ſo viel kürzer als der einer mittlern Uhr, daß ſie in 24 Stunden zwiſchen 3 und 4 Minuten ſchneller geht, um ihren Umlauf genau in einem Sterntage zu vollenden. Viertens fällt ihr Nullpunkt, oder der Anfangspunkt ihrer Zählung nicht auf eine beſtimmte Tageszeit, ſondern im ganzen Jahre immer auf den Zeitpunkt, in welchem der Frühlingspunkt durch die Mitte des Paſſageinſtruments, d. h. eines genau im Orts-Meridiane geſtellten Fernrohrs geht. Er verändert ſich daher im Laufe des Jahres gegen den Sonnentag eben ſo, wie die Culmination des Frühlingspunktes auf andere Tageszeiten fällt. Daher trifft die Zahl XXIV nur im Herbſt-Aequinoctium auf die Mitternacht, am kürzeſten Tage auf 6 Uhr Abends, im Frühlings-Aequinoctium auf den Mittag, und am längſten Tage auf 6 Uhr Morgens.

Da nun beim Frühlingspunkte, alſo bei 360° des Himmels-Aequators, ebenfalls der Nullpunkt für die Gradzählung auf dieſem Kreiſe iſt,

[1] Dieſe Abweichung der mittlern Zeit von der Sonnenzeit iſt auf eine ſehr anſchauliche und überſichtliche Weiſe dargeſtellt auf Tafel IV. in Jahn's Populärer Sternkunde, Leipzig 1843, welche in den Händen vieler Liebhaber ſein wird, da in kurzer Zeit ſchon eine zweite Auflage erſchienen iſt.

und derſelbe ſich in 24 Sternſtunden rund um den Beobachter zu drehen ſcheint; ſo kommen auf jede Sternſtunde genau $^{360}/_{24} = 15^0$, auf jede Zeitminute 15 Bogenminuten, auf jede Zeitſecunde 15 Bogenſecunden der Rectaſcenſion. Wird alſo die Sternzeit, zu welcher ein Stern durch die Mitte des Paſſage-Inſtruments geht, genau beobachtet und angegeben, ſo läßt ſich daraus die Rectaſcenſion deſſelben berechnen; daher von den Aſtronomen häufig nur die Rectaſcenſion in Zeit angegeben wird. Damit nun die Liebhaber nicht in Verlegenheit gerathen, wenn ſie bei einem ihnen wichtig gewordenen Sterne oder Nebelflecke die Rectaſcenſion nur in Zeit angegeben finden, ſo mag ein Beiſpiel ihnen erläutern, wie ſie daraus die Rectaſcenſion im Bogen auf eine ihnen geläufige Weiſe berechnen können, um ſeinen Platz auf der Sternkarte zu finden. Dabei bemerke ich nur noch, wie ſie die Angaben der Zeit daran erkennen können, daß der erſten Zahl derſelben nicht das Zeichen der Grade, nämlich 0, ſondern der lateiniſche Buchſtabe **h** (hora d. i. Stunde) hinzugefügt iſt. Finden ſie alſo z. B. nach Piazzi's Stern-Katalog für das Jahr 1800 in Schumacher's Hülfstabellen für 1821 die Rectaſcenſion in Zeit für den bekannten Stern Aldebaram im Stiere zu $4^h, 25', 39'',_{26}$ berechnet, ſo können ſie ſelbſt daraus folgendermaßen die Rectaſcenſion im Bogen finden

$4^h \times 15$	geben im Bogen	60^0
$25' \times 15 = 375'$	. . . . . .	$6^0, 15'$
$39'' \times 15 = 585''$	. . . . .	—, $9', 45''$
$0,26'' \times 15 =$	. . . .	—, —, $3''_{90}$

Alſo iſt die Rectaſcenſion im Bogen $66^0, 24', 48''_{90}$

Verbindet man damit dann die Declination, welche ſtets im Bogen angegeben wird, ſo iſt die Stelle des Sterns am Himmel nicht zu verfehlen.

Diejenigen Sterne aber, deren Rectaſcenſion in Zeit ſchon genau bekannt iſt, dienen wiederum den beobachtenden Aſtronomen, die Richtigkeit ihrer Sternuhr zu prüfen, indem ſie die Zeit, in welcher ein ſolcher Stern nach ihrer Uhr durch die Mitte ihres Paſſage-Inſtruments geht, mit derjenigen vergleichen, in welcher er durchgehen ſoll.

Was drittens die **Längenmaße** betrifft, ſo kommt hier zuerſt die geographiſche Meile in Betracht, welche der funfzehnte Theil eines Aequatorgrades iſt; und mit dieſem ſtimmt auch der Meridiangrad überein, weil die Meridiane eben, wie der Aequator, größeſte Kreiſe der Kugel ſind, falls nicht eine bedeutende Abplattung der Kugel oder des alsdann entſtehenden Sphäroids (kugelähnlichen Körpers) eine Verſchiedenheit hervorbringt. Am leichteſten wird der Meridiangrad gemeſſen, indem man für zwei auf dem nämlichen Erd-Meridian liegende Oerter durch aſtronomiſche Beobachtungen den Unterſchied der Pol-Höhe

findet, und dann die Entfernung der beiden Oerter genau mißt. Nach der bisherigen Annahme enthält der Grad des Erd-Aequators 7305½ Mètres oder 22803⅛ Pariſer oder 23600 Rheinländiſche oder 25828 Hamburger Fuß, und da 1 Kilomètre = 1000 Mètres, ſo enthält die geographiſche Meile reichlich 7,3 Kilometer[1]). Da das franzöſiſche, auch in einigen andern Ländern angenommene Mètremaß, welches bis auf 1/12 Zoll die Länge von 3½ Hamburger Fuß hat, wegen ſeiner ſehr bequemen Decimal-Eintheilung jetzt faſt allgemein zur Beſtimmung der ſo ſehr verſchiedenen Fußmaße gebraucht wird, ſo möchte ich den Liebhabern der Sternkunde rathen, ſich einen Mètreſtab (z. B. von Kleman & Zoon, Amſterdam) anzuſchaffen, und auf den freien Seiten deſſelben die bei ihnen gebräuchlichen Fuß- und Zollmaße hinzuzufügen. Das Mètre iſt nämlich in 1000 Millimètres getheilt, von denen 10 ein Centimètre und 100 ein Decimètre ausmachen. Von jenen Millimètres aber gehen 325 auf den Pariſer und Genfer, 313 auf den Rheinländiſchen, Preußiſchen und Däniſchen, 304 auf den Engliſchen, Baſeler, Nürnberger und Ruſſiſchen, 286 auf den Hamburger, und 282 auf den Leipziger Fuß. Die noch aus dem altfranzöſiſchen Maße häufig, beſonders bei Berghöhen, angewendete Toiſe (= 6 Pariſer Fuß) enthält 1950 Millimètres, alſo nahe 6 Fuß 10 Zoll Hamburger oder reichlich 6 Fuß 2¾ Zoll Rheinländiſch.

Endlich füge ich noch einige Worte über **Gewichte** hinzu, weil dieſe zwar nicht bei Tafel III., aber doch bei den beiden Ueberſichts-Tabellen zur Anwendung kommen. Statt der früher gebräuchlichen holländiſchen Aſſe hat man jetzt als Grundmaß faſt allgemein das franzöſiſche gramme angenommen, d. h. das Gewicht eines Kubik-Centimeters deſtillirten Waſſers von 4° Réaumur (= 41° Fahrenheit) Temperatur (weil bei dieſer Temperatur das Waſſer die größeſte Dichtigkeit oder Schwere hat), alſo eines Würfels von ſolchem Waſſer, welcher 10 Millimètres (nahe 5 Linien Hamb.) Länge, Breite und Höhe hat. Davon enthält das franzöſiſche Kilogramme 1000, welche 2,06 Pfund oder nahe 2 Pfund 2 Loth Hamb. Gewicht ausmachen, ferner das Pfund in England 453,5, in Köln und Preußen (Kölniſch Gewicht) 467,22, in Hamburg 484,46, in Kopenhagen 499,43, in Oeſterreich 560 Gramme. Berechnet man darnach den Kubikfuß reinen Waſſers, ſo erhält man: für den Pariſer 34328 Gramme oder nahe 34⅓ Kilogramme, für den Rheinländiſchen 30664 Gramme oder 65,5 Pfund Kölniſch Gewicht, für den

[1]) Nach Mädler's Pop. Aſtron. S. 24 ergiebt ſich freilich aus den neueſten Unterſuchungen ein etwas verändertes Reſultat, indem man nämlich für 1/15 des Aequatorgrades, alſo für die geographiſche Meile 22842,55, alſo 39,33 Pariſer Fuß mehr, als bisher, gefunden hat. Darnach wäre alſo die geographiſche Meile = 7423,812 Meter = 7,423 Kilometer, oder 23718 Rheinländiſche und 25936,04 Hamburger Fuß. Doch iſt bisher noch die frühere Annahme die allgemein geltende.

Engliſchen 28094 Gramme oder 61,9 Engliſche Pfunde, für den Hamburger 23393 Gramme oder 48,29 Hamburger Pfunde.

Nimmt man nun die Tabellen zu Hülfe, in denen für das ſpecifiſche Gewicht der verſchiedenen irdiſchen Körper das Verhältniß deſſelben zum reinen Waſſer angegeben iſt, wie ſie ſich z. B. in mehreren Jahrgängen von Schumacher's Jahrbuch finden: ſo läßt ſich leicht das Gewicht eines Kubikfußes ſolcher Körper berechnen. So iſt z. B. beim Granit das Verhältniß 3,063 angegeben; folglich wiegt der Hamburger Kubikfuß Granit 48,29 × 3,063 = 147,8 Hamburger Pfunde.

1. Erde.

Zwar hat die Bahn der Erde, deren mittler Abſtand von der Sonne 20,693,000 geographiſche Meilen beträgt, nächſt der Venus die geringſte Excentricität unter allen übrigen Planeten, nämlich 0,016 oder beiläufig 1/62 der halben großen Axe. Da aber der Unterſchied zwiſchen Sonnennähe und Sonnenferne das Doppelte jener Excentricität iſt, ſo beträgt derſelbe doch 700,000 Meilen, und bringt im größeſten ſcheinbaren Durchmeſſer der Sonne von 32 Bog.-Minuten und 33 Secunden eine Veränderung von 1 Minute und 4 Secunden, alſo bis auf 31 Minuten 29 Secunden hervor, welches einen Unterſchied der Lichtſtärke von reichlich 1/15 verurſacht. Da nun das Perihel der Erde, wie Tafel III. zeigt, jetzt bald nach unſerm kürzeſten Tage auf den 1. Januar fällt, ſo folgt, daß das Sonnenlicht in unſerm Winter um 1/15 ſtärker iſt als in unſerm Sommer, wo das Aphel am 3. Juli eintritt. Dieſes ſcheint freilich gegen alle Erfahrung zu ſein, da das Sonnenlicht uns unſtreitig im Sommer weit mehr Licht giebt als im Winter. Das kommt aber daher, daß die Sonne am Winter-Mittage niedrig über dem Horizonte ſteht, und daher theils die ſchiefen Strahlen über einen weit größern Theil der Erdoberfläche zerſtreut, theils durch die Dünſte des Horizonts verdunkelt werden, wie es auch im Sommer Abends und Morgens bei einem eben ſo tiefen Sonnenſtande geſchieht. Wäre aber jener für uns günſtige Umſtand nicht vorhanden, ſo würden unſere Mittage im Winter um 1/15 weniger hell ſein, als ſie es jetzt ſind, und da auf der ſüdlichen Hemiſphäre unſerer Erde das Aphel mit dem dortigen Winter zuſammentrifft, ſo haben deren Bewohner wirklich in demſelben unter gleichen Breiten 1/15 Sonnenlicht weniger, als wir in dem unſrigen. Daraus folgt aber freilich nicht, daß ſie um eben ſo viel ſtärkere Kälte haben. Denn die Wärme hängt, wie alle hohen Berge beweiſen, nicht blos von der Intenſität der Sonnenſtrahlen, ſondern von vielen andern Bedingungen ab, von denen die Höhe über der Meeresfläche nur eine iſt. Höchſtens würde alſo jener Schluß nur da gelten, wo alle übrigen Bedingungen gleich wären.

Doch hat die Excentricität auch einen nicht ganz unbedeutenden Einfluß auf die Länge der Jahreszeiten, und dadurch ebenfalls auf das

Clima der beiden Hemiſphären, obgleich nur, inſofern alle übrigen Bedingungen gleich ſind. Denn da die Aequinoctial-Axe die Solſtitial-Axe ſenkrecht im Mittelpunkte der Sonne ſchneidet, ſo muß die Seite der Erdbahn, in welcher das Perihel liegt, alſo unſer Herbſt und Winter einen kleineren Umfang haben, als die entgegengeſetzte des Aphels in unſerm Frühlinge und Sommer. Dazu kommt nun aber noch, daß die Erde auf jenem kürzeren Bahnſtücke in der Nähe des Perihels eine ſchnellere Bewegung hat, als auf dem längeren. Denn *in dieſem* beträgt ihre *tägliche Winkelbewegung* 1°, 1′, 10″, im Aphel dagegen nur 57′, 11″, ſo daß alſo der Unterſchied 4 Minuten ausmacht oder 3000 Meilen in ihrer Geſchwindigkeit auf der Bahn. Ihre *mittlere* tägliche Winkelbewegung aber beträgt 59′, 8″ oder reichlich 177,800 Meilen. Aus beiden Urſachen müſſen alſo jene beiden Jahreszeiten zuſammengenommen kürzer ſein als dieſe; und ſo iſt es auch.

Gegenwärtig hat nämlich auf unſerer Hemiſphäre

	der Herbſt	89 Tage	17 St.	Zuſ. 178 Tage 18 St.
	der Winter	89 "	1 "	
Dagegen hat auf derſelben	der Frühling	92 "	22 "	Zuſ. 185 " 12 "
	der Sommer	93 "	14 "	

Folglich ſind die beiden letzten zuſammen länger ..... 6 Tage 18 St.

Doch iſt dieſer Zuſtand *kein unveränderlicher*. Denn zuerſt iſt die Excentricität der Erde in einer freilich ſehr langſamen Abnahme, indem ſie ſich in 100 Jahren um 2900 Meilen, alſo jährlich um 29 Meilen, verringert. Zweitens dreht ſich wegen der Präceſſion der Nachtgleichen die Solſtitial-Axe mit der in gleicher Neigung gegen dieſelbe verharrenden *Erd-Axe* jährlich um 50″,22, alſo in 100 Jahren um 1,395 oder nahe $1\frac{2}{5}$ Grade weiter rechts, hingegen das Perihel ſideriſch jährlich um $11\frac{1}{4}$ Secunden links, ſo daß alſo beide zuſammengenommen (tropiſch) jährlich um 61″,47 alſo in 58 Jahren 1 Tag auseinanderweichen, bis nach 10,500 Jahren das Winter-Solſtitium unſerer Nord-Halbkugel mit dem Aphel zuſammenfällt, alſo unſere Winter gerade ſo ſein werden, wie ſie jetzt auf der Süd-Halbkugel der Erde ſind, nach 21,000 Jahren aber das Perihel wieder zu demſelben Datum gelangt, welcher Zeitraum das *platoniſche Jahr* heißt. Für ſich allein aber braucht der Frühlingspunkt nebſt den übrigen, welche die Jahreszeiten beſtimmen, nahe 26,000, das Perihel hingegen 115,200 Jahre, um ſideriſch den ganzen Kreis zu vollenden. Die Präceſſion der Nachtgleichen begegnet alſo, rechts umlaufend, dem Perihel nahe $4\frac{1}{2}$ Mal, bevor dieſes auf dem entgegengeſetzten Wege den Kreis zurücklegt.

Weil die Solſtitialpunkte immer 90° vom Frühlingspunkte abſtehen, und ungeachtet der Präceſſion deſſelben die Grade der Ekliptik und des Aequators immer von dieſem anfangen, alſo ſich mit demſelben drehen;

ſo bleibt auch die Richtung beider Solſtitialpunkte gegen die Graduirung der Ekliptik unverändert; und da der Frühlingspunkt auf den 21. März fällt, ſo muß auch das Winter-Solſtitium ſtets auf den 22. December, und das Sommer-Solſtitium auf den 21. Juni fallen. Das Auseinandergehen dieſer Punkte vom Perihel und Aphel wird daher im Kalender nur an den letztern bemerklich, indem jedes derſelben je nach 58 Jahren um einen Tag ſpäter eintrifft. Nach dieſem Zeitraume findet ſich alſo das Perihel, welches jetzt auf den 1. Januar fällt, erſt am 2. Januar.

Von weit größerem Einfluſſe auf die Temperatur der Erde in den verſchiedenen Jahreszeiten iſt die **Stellung ihrer Axe**, um welche ſie ſich ſideriſch in 23^h, 56 Min. mittl. Zeit dreht, **gegen die Bahn.** Dieſe iſt unveränderlich und bildet mit der Bahn einen Winkel von 66½ Graden. Denkt man ſich alſo durch den Mittelpunkt der Erde eine Linie, welche die Bahn ſenkrecht ſchneidet, ſo weicht die Axe von derſelben 23½ Grade ab, folglich muß auch die Ebene des Erd-Aequators 23½ Grade von der Ebene der Bahn abweichen. Steht die Erde heliocentriſch (von der Sonne aus geſehen) 90° links vom Frühlingspunkte, dann iſt ihr Nord-Pol am meiſten von der Sonne abgewendet, und die Nord-Halbkugel der Erde hat am 22. December ihr Winter-, die Süd-Halbkugel ihr Sommer-Solſtitium; iſt ſie dann aber 180° weiter fortgeſchritten, ſo neigt ſich ihr Nord-Pol um eben ſo viel gegen die Sonne, daher hat die Nord-Halbkugel dann (den 21. Juni) ihr Sommer-Solſtitium, die ſüdliche ihr Winter-Solſtitium. In den beiden Aequinoctien dagegen liegt die Axe in einer Vertical-Ebene, welche mit der Vertical-Ebene über der Solſtitial-Linie parallel iſt. In dieſen beiden ſteht daher die Sonne ſenkrecht über dem Erd-Aequator, und trifft mit ihren Strahlen die ganze ihr bei der Rotation zugewendete Hälfte der Erdkugel (ihre Tagſeite) von Pol zu Pol. Im nördlichen Winter-Solſtitium dagegen ſteht ſie ſenkrecht über dem ſüdlichen Wendekreiſe 23½ Gr. S. Br. und leuchtet bis zum Polarkreiſe der Mitternachtſeite, d. h. 23½ Gr. über den Süd-Pol hinaus, erreicht aber mit ihren ſchiefſten Strahlen nur eben am Mittage den nördlichen Polarkreis, wird alſo von da an bis zum Nord-Pole ſogar am Mittage nicht mehr geſehen. Im nördlichen Sommer-Solſtitium iſt dagegen alles umgekehrt. Der Polarkreis ſieht am Mittage die Sonne, welche im Winter nur wenige Minuten am Horizonte ſichtbar war, jetzt 47° über demſelben, und ſie verſchwindet ihm nicht einmal um Mitternacht ganz, weil die Sonne alsdann über den Pol hinaus auch die Mitternachtſeite bis zum Polarkreiſe erleuchtet, obgleich ſie auf dieſer nur ſehr niedrig am Horizonte ſteht. Zwiſchen hier und dem Pole hört alſo eine Zeitlang die nächtliche Dunkelheit völlig auf; es iſt fortwährend Tag.

Daher ſind überall auf der Erde die Tageslängen (d. h. die Zeit, in der die Sonne über dem Horizonte iſt) in den verſchiedenen Jahreszeiten verſchieden, aber unter dem Aequator ſehr wenig und gegen die

Pole immer mehr. In den Aequinoctien ſind auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich, alſo jeder 12 Stunden lang, und unter dem Aequator macht auch der ſcheinbare Uebergang der Sonne zu den beiden Wendekreiſen einen kaum merklichen Unterſchied zwiſchen dem längſten und kürzeſten Tage. Erſt unter 16 Gr. Breite beträgt derſelbe 2 Stunden, bei $30\frac{4}{5}$ Gr. 4 St., bei $41\frac{2}{5}$ Gr. 6 St., bei 49 Gr. 8 St., bei $54\frac{1}{2}$ Gr. 10 St., bei $58\frac{1}{2}$ Gr. 12 St., bei $61\frac{1}{3}$ Gr. 14 St., bei $63\frac{1}{3}$ Gr. 16 St., bei $64\frac{5}{6}$ Gr. 18 St., bei $65\frac{4}{5}$ Gr. 20 St., bei $66\frac{1}{3}$ Gr. 22 St. und bei $66\frac{1}{2}$ Gr. 24 St. Addirt man die Hälfte dieſes Unterſchiedes zu 12 Stunden, ſo hat man den längſten, ſubtrahirt man ſie, ſo hat man den kürzeſten Tag. Bei $67\frac{1}{3}$ Gr. dauert der längſte Tag wie die längſte Nacht ſchon einen vollen Monat, bei $69\frac{5}{6}$ Gr. 2 Monate, bei $73\frac{2}{3}$ Gr. 3 Mon., bei $78\frac{1}{6}$ Gr. 4 Mon., bei $84\frac{1}{12}$ Gr. 5 Mon. und bei 90 Gr. ein volles halbes Jahr oder 6 Monate. Denn ſo bald die Sonne den Pol erreicht hat, geht ſie anfangs in dem Horizonte rund um denſelben und dann in immer höher ſteigenden Parallelkreiſen, bis ſie am 21. Juni eine Höhe von $23\frac{1}{2}$ Graden, alſo reichlich das Doppelte derjenigen erreicht, welche ſie am kürzeſten Tage unter 55° Breite Mittags zeigt. Zwiſchen dem Pole und Polarkreiſe hingegen ſteht ſie am Mittage höher über dem Horizonte als um Mitternacht, z. B. im nördlichen Spitzbergen unter 80° Mittags $33\frac{1}{2}$ Gr., folglich reichlich doppelt ſo hoch als am kürzeſten Tage in Dieppe, Mainz, Prag und Lemberg, Mitternachts aber $13\frac{1}{2}$, alſo nur 3 Gr. tiefer. Je weiter gegen den Pol, deſto größer iſt alſo die Verſchiedenheit der Tageslänge und der Sonnenhöhe im Sommer und Winter, folglich, da beide Umſtände gemeinſchaftlich auf die Temperatur wirken, die Ungleichheit derſelben an den nämlichen Orten in den entgegengeſetzten Jahreszeiten. In der Nähe des Aequators iſt ſie ſehr gering und beträgt meiſtens nur 5 bis 10° Réaum., ſteigt aber im Allgemeinen gegen die Pole hin, zuweilen gegen 80°, nämlich von -40° bis $+40$. Doch hängt dieſes nicht allein von der Polhöhe, ſondern von vielen andern Neben-Urſachen ab, welche z. B. ſchon in einigen Gegenden Perſiens jenen Unterſchied zwiſchen Sommerhitze und Winterkälte verurſachen. In den Circumpolar-Gegenden kann zwar die Sommerhitze wegen der Nähe der mächtigen nie ganz aufthauenden Eisfelder nie ſo groß werden, doch hat man noch in Petersburg zuweilen eine Wärme von 36° R. beobachtet.

Aus den Unterſchieden der Temperatur, welche aber auch an jedem Tage nach den verſchiedenen Tageszeiten wechſelt, erhält man die mittlere Temperatur eines Orts für einen Tag, wenn man die Summe der Thermometergrade von den 4 Beobachtungen um 4 und 10 Uhr Morgens und Abends mit 4 dividirt, für einen Monat, wenn man die Summe der mittleren Tages-Temperaturen mit der Zahl ſeiner Tage, und für das Jahr, wenn man die Summe aller Monate mit 12 theilt; für

den Ort überhaupt aber, wenn man die Summe möglichſt vieler Jahre durch die Zahl derſelben dividirt. Nach dieſer mittlern Temperatur ſtimmen Orte mit einander überein, die nach ihren Breitengraden ſehr verſchieden ſind, z. B. Kopenhagen und Kremsmünſter in Oeſterreich (8,3° R.); Santa Fe de Bogota (15,0° R.) und Florenz (15,3° R.) weichen in der mittlern Temperatur nur um 3/10, in der Breite aber faſt 40 Grade von einander ab. In dem erſten dieſer Beiſpiele gleichen die mildern Winter Kopenhagens die größere Sommerwärme von Kremsmünſter aus, in dem zweiten liegt die Urſache in der großen Höhe Bogota's von 8700 Fuß über der Meeresfläche, wodurch ſeine faſt gleichförmige Temperatur dem Mittel zwiſchen der Sommer- und Winter-Wärme in Florenz nahe gebracht wird.

Abgeſehen von der Stärke des Sonnenlichts iſt alſo die Dauer deſſelben auf der ganzen Erde gleich, aber die Dauer der eigentlichen Finſterniß oder Nacht (der Mangel aller Wirkung des Sonnenlichts) iſt unter dem Aequator weit größer als gegen die Pole. Denn da die Atmoſphäre oder Lufthülle der Erde noch in einer Höhe von 9 bis 10 Meilen dicht genug iſt, von ihrer Beleuchtung durch die Sonnenſtrahlen ſo viel auf die Erde zurückzuwerfen, daß ein merklicher Schimmer entſteht, der die Dämmerung heißt, und da dieſe nicht ganz verſchwindet, bevor die Sonne 18° unter dem Horizonte ſteht: ſo folgt, daß an den Polen die Dämmerung anfängt und endigt, wenn die Sonne 18° unter dem Horizonte ſich befindet; und da die Sonne 7 Wochen braucht, um ſich von jenem Punkte bis zum Horizonte zu erheben oder von dieſem zu jenem hinabzuſinken, ſo bleiben von dem Winterhalbjahre nur 12 Wochen einer völligen Nacht übrig. Unter 66½ Grad wird zwar am längſten Tage die Sonne um Mitternacht nicht mehr ſichtbar, aber die Zeit einer auch um Mitternacht nicht verſchwindenden Dämmerung (der ſogenannten hellen Nächte) dauert dort faſt den ganzen Sommer hindurch, beträgt noch unter 55° über 10 Wochen, nimmt dann aber raſch ab, ſo daß ſie in Sachſen nur kaum 3 Wochen dauert und in der Mitternacht des längſten Tages noch den größeſten Theil der Sterne ſichtbar bleiben läßt, worauf ſie unter 48½ Grad ganz verſchwindet. Ueberhaupt iſt die kürzeſte Dämmerungszeit in der Nähe des Aequators; unter höheren Breiten verlängert ſie ſich wegen des ſchieferen Auf- und Untergangs der Sonne. An jedem Orte aber iſt ſie am kürzeſten zur Zeit der Aequinoctien, länger im Winter wegen des ſchieferen Standes der Sonne, am längſten aber im Sommer.

Obgleich aber die Erd-Axe in ihrer Stellung gegen die Erdbahn unveränderlich iſt, ſo iſt ſie es doch keinesweges gegen den Himmelsraum, weil die Erdbahn manchen Veränderungen unterworfen iſt, und die Erd-Axe eben wegen jener unveränderlichen Stellung dieſen Veränderungen folgt. Zu dieſen gehört zuerſt die oft erwähnte Präceſſion der Nacht-

gleichen. Denn, obgleich der Nord-Pol während eines Jahres faſt genau auf den Punkt des Himmels gerichtet bleibt, der jetzt nur 1½ Grade vom gegenwärtigen Polarſterne entfernt iſt, ſo bewirkt doch die Präceſſion der Nachtgleichen, daß er in 25,600 Jahren ſich durch einen ganzen Kreis dreht, der in einem Abſtande von 23½ Graden den Pol der Ekliptik umgiebt, daher er nach der Hälfte dieſer Zeit dem entgegengeſetzten Punkte dieſes Polarkreiſes der Ekliptik zugewendet iſt, welches ſchon S. 28 und S. 104 ff. berührt iſt. Die zweite jener Veränderungen hat ihren Grund in dem *Schwanken der Erdbahn* oder der Veränderung der Schiefe der Ekliptik, welche theils durch den Umlauf des Mondes, theils durch die Stellung der übrigen Planeten, vermittelſt der ſogenannten *Störungen* (d. h. der durch die gegenſeitigen Einwirkungen der Attractionskräfte bewirkten Veränderungen) hervorgebracht werden. Die erſten ſind kurz vorübergehend und unbedeutend, indem ſie nie ganz 9 Bogen-Secunden erreichen, und ſind unter dem Namen der *Nutation* bekannt. Die andern erfolgen in ſehr langen Perioden, eine von 93,000 und eine andere von 40,000 Jahren. Die *Schiefe der Ekliptik* gegen den Himmels-Aequator, welche jetzt 23½° beträgt, iſt gegenwärtig im Abnehmen, und kann ſich bis zu 21½ Grad vermindern. Sie kann ſich aber auch bis 27½ Gr. vermehren. Daher iſt auch der Kreis, in welchem ſich die verlängerte Erd-Axe um den Nord-Pol der Ekliptik dreht, keine Linie, ſondern eine Zone von 6 Grad Breite zwiſchen 21½ und 27½ Gr. Abſtand von dem mittlern Nord-Pole der Ekliptik.

Man kann nämlich für den Nord-Pol des Himmels etwa folgenden Cyclus von Polarſternen annehmen:

um 4000 J. vor Chr. G. ι des Drachen 4° vom Pole,
= 1700 = = = = α des Drachen faſt ganz genau im Pole,
= 2150 J. nach Chr. G. α des kleinen Bären (*der heutige Polarſtern*) nur 20 Min. vom Pole.
= 4200 = = = = γ des Cepheus 1°, 50′ vom Pole,
= 6000 = = = = β des Cepheus 4° vom Pole,
= 7500 = = = = α des Cepheus 2° vom Pole,
= 10500 = = = = α des Schwans (oder Deneb) 7° vom Pole,
= 11400 = = = = δ des Schwans 3° vom Pole,
= 13800 = = = = α der Leier (oder Wega) 5° vom Pole.

Auf dieſen glänzendſten aller Polarſterne folgen dann 7800 J. lang nur Sterne der vierten nnd geringerer Größen bis nach 25,600 J., alſo im J. 21,600 nach Ch. G. ι des Drachen wieder den Cyclus beginnt. Unſer gegenwärtiger Polarſtern behauptet dieſen Rang (d. h. der nächſte helle Stern beim Pole zu ſein) erſt ſeit den Zeiten des griechiſchen Aſtronomen *Hipparchos* 300 J. v. Chr. G. und wird ihn noch bis gegen 3200 J. n. Chr. G. behalten.

Welche bedeutende *Veränderung* daraus für die Lage des

Himmels-Aequators, der Ekliptik und der Sichtbarkeits-Grenze hervorgehen müſſen, dies wird man leicht einſehen, wenn man auf Tafel II., B die obengenannten Sterne in ihrem Kreiſe um den Pol der Ekliptik verfolgt, und ſich z. B. klar macht, wie Aequator und Ekliptik liegen werden, wenn Wega der Polarſtern iſt, und der Aequator 90, die Ekliptik 113½° Decl. von derſelben abſtehen. Dann wird es nicht mehr befremden, daß nach und nach viele der jetzt unter 50° N. Br. unſichtbaren Sterne über den Horizont rücken, und andere jetzt ſichtbare wieder über die Grenze der Sichtbarkeit verſchwinden. Zu jenen gehören (S. Taf. I.) Achernar, der Tucan, Pfau, Paradiesvogel, das ſüdliche Kreuz und einige Theile des Schiffs Argo nebſt allen nördlich von dieſer Linie ſtehenden Geſtirnen, ſo daß von den ſüdlichen Sternen erſter Größe nur der Canopus ſtets für 50° N. Br. unſichtbar bleibt. Dagegen verſchwinden für mehrere Jahrtauſende der prachtvolle Orion, der Haſe, die Taube, der große Hund, das Einhorn, der kleine Hund, die Waſſerſchlange mit Becher und Raben, Fomahant und der größeſte Theil des Walfiſches.

Auch der Himmels-Aequator wird, wenn Wega der Nord-Polarſtern iſt und Canopus nur 8° vom Süd-Pole abſteht, alſo nach 12,000 Jahren, durch ganz andere Sterne gehen, wie jetzt, nämlich vom Frühlingspunkte an, welcher dann der Herbſtpunkt iſt, durch das Band der Fiſche, den nördlichen Triangel, Meduſenhaupt, Perſeus, Fuhrmann (ganz nahe an α, oder Capella, und β vorüber) Luchs, großen Löwen (an der Grenze des kleinen), Jungfrau, Waſſerſchlange, Wolf, Scorpion, Altar, ſüdlichen Fiſch und Waſſermann.

Die Ekliptik geht dann durch die nämlichen Sternbilder, wie jetzt, nur nicht genau durch die nämlichen Sterne; der Unterſchied iſt aber in den nächſten 12,000 Jahren ſo gering, daß er auf das Klima faſt gar keinen merklichen Einfluß haben kann; und da auch in den oben erwähnten langen Perioden der Unterſchied in der Schiefe der Ekliptik höchſtens 6 Grade beträgt, ſo müſſen für die großen Veränderungen der Klimate, deren Spuren ſich allerdings in den Petrefacten finden, ganz andere als aſtronomiſche Urſachen geſucht werden.

Merklicher kann die Veränderung der Schiefe der Ekliptik in höhern Breiten rückſichtlich der Tageslänge und der hellen Nächte werden. Letztere können über ihre gegenwärtige Grenze 4 Grad ſüdlicher, alſo bis 44½ Grad, etwa bis zur Grenze von Italien, ſich ausdehnen, aber auch 2 Grad nördlicher bis zu 50½ Grad zurückweichen.

Die **Eintheilung der Erdbahn in die 12 Monate** des Jahres iſt größtentheils durch ſich ſelbſt klar. Die Theile ſind, wie der Augenſchein zeigt, ſämmtlich gegen den Anfang eines der Himmelszeichen gerichtet, und fallen, weil das Frühlings-Aequinoctium den 21. März trifft, ſämmtlich ins zweite Drittheil der Monate. Doch können ſie nicht die nämlichen Monatstage treffen, ſondern variiren zwiſchen dem neunzehnten und

dreiundzwanzigſten, theils, weil die 4 Jahreszeiten wegen der ungleichen Winkel-Bewegung der Erde von verſchiedener Länge ſind (S. 104), theils, weil die Monate eine ungleiche Zahl von Tagen haben. Denn ſieben derſelben: Januar, März, Mai, Juli, Auguſt, October, December, haben 31, die übrigen 30, mit Ausnahme des Februars, der gewöhnlich nur 28, in Schaltjahren aber 29 Tage hat. Da nämlich das Jahr 365 Tage 5 St. 48 Min. 45 Sec., alſo nahe 365¼ Tage hat, ſo ſetzte Julius Cäſar in dem von ihm benannten Julianiſchen Kalender feſt, daß jedes vierte durch 4 ohne Reſt theilbare Jahr dem Februar einen Tag einſchalten und ihm dadurch 29 Tage zutheilen ſolle. Weil aber bei dieſer Einrichtung das Jahr um 11 Min. 65 Sec. zu groß angenommen war, ſo erhielt man in nahe 128 Jahren einen Tag mehr als man haben ſollte, nahm alſo von den wirklichen Jahren einen Tag weg, der ihnen zuſammengenommen hätte verbleiben ſollen, daher alle wirklichen Monatstage um einen Tag weiter fortgerückt waren, als der Kalender angab. Dieſes ward ſchon zur Zeit der Nicäniſchen Kirchen-Verſammlung bemerkt, und die Abweichung von 3 Tagen verbeſſert. Weil aber die Urſache nicht gehoben ward, ſo begann die Wirkung von Neuem und im Jahre 1582 fiel das Frühlings-Aequinoctium ſchon auf den 11. März; alſo war der Kalender 10 Tage hinter der wirklichen Jahreszeit zurückgeblieben, daher der Papſt Gregor XIII. verordnete, daß nach dem 4. Oct. 1582 zehn Tage weggelaſſen werden und auf den vierten unmittelbar der funfzehnte folgen, künftig aber zwar jedes vierte Jahr, wie bisher, ein Schaltjahr bleiben ſolle, aber die Säcularjahre nur dann, wenn die Zahl der Hunderte durch 4 theilbar ſind. Durch dieſen Gregorianiſchen oder verbeſſerten Kalender iſt der Fehler ſo weit vermindert, daß er erſt nach 3300 Jahren einen Tag beträgt. Auch die Proteſtanten haben ſich allmählig zu demſelben bequemt; nur die griechiſche Kirche iſt beim Julianiſchen Kalender oder alten Stil geblieben, und daher jetzt reichlich 12 Tage hinter der wirklichen Zeit zurück. Daher kommt es auch, daß im gemeinen Leben der 12. Mai noch jetzt oft der alte Maitag genannt wird.

Vorzüglich zu bemerken iſt aber, daß die Monate im Kalender nicht dasjenige Himmelszeichen haben, welches während deſſelben in der Oppoſition, alſo um Mitternacht, im Orts-Meridian ſteht, ſondern das entgegengeſetzte, welches mit der Sonne in Conjunction getreten iſt; in welchem daher die Sonne zu ſtehen ſchiene, wenn es nicht durch das Sonnenlicht unſichtbar gemacht wäre. Im Frühlings-Aequinoctium iſt alſo der Orts-Meridian um Mitternacht gegen 180° gerichtet und hat in der Ekliptik die Jungfrau in der Oppoſition, aber es hat ſein Zeichen von der entgegengeſetzten Grenze zwiſchen den Fiſchen und dem Widder, wo die Sonne vor 2000 Jahren zu ſtehen ſchien. Deswegen ſagt der Kalender beim 21. März: ☉ in ♈, d. h. die Sonne tritt ins Zeichen des

Widders, und der ganze Monat führt dieſes Zeichen, ungeachtet ſie wirklich im Sternbilde der Fiſche ſteht.

Die auf der Zeichnung noch befindlichen in verſchiedenen Richtungen gegen die Venusbahn gezogenen Linien beziehen ſich auf den ſynodiſchen Umlauf der Venus und ſind ſchon oben S. 95 ff. erläutert worden. Ich gehe daher jetzt zu den andern Planeten über und zwar in der Reihe, wie ſie von der Sonne aus auf einander folgen.

2. Merkur.

Von allen Planeten, außer den beiden mittleren oder Aſteroiden, Juno und Pallas, hat Merkur bei einem mittlern Sonnen-Abſtande von 8 Millionen Meilen bei weitem die größeſte **Excentricität**. Sie beträgt ſehr nahe $\frac{1}{5}$ der halben großen Axe ſeiner Bahn und bewirkt bei einem mittlern Abſtande von 8 Mill. Meilen eine Verminderung des größeſten Abſtandes von $9\frac{2}{3}$ Millionen auf $6\frac{1}{3}$ Mill. Meilen, ſo daß ein Unterſchied von $3\frac{1}{3}$ Mill. Meilen entſteht; auch iſt ſie noch in einem ſehr langſamen Zunehmen. Das Perihel dieſer großen Axe liegt in 74°, alſo nur 28° von ſeinem aufſteigenden Knoten, der ſich in 46° der Ekliptik befindet.

Die Folge davon iſt, daß der bei weitem kleinere Theil ſeiner Bahn über der Erdbahn (d. h. der nördlichen Fläche derſelben), der größere unter derſelben liegt. Auch folgt daraus ferner, daß ſeine Jahreszeiten von ſehr ungleicher Länge ſein müſſen, obgleich man nicht wiſſen kann, welche derſelben die längeren und kürzeren ſind, weil ſeine Aequinoctial- und Solſtitial-Linie eben ſo unbekannt ſind wie die Neigung ſeiner Axe, daher alle dieſe Gegenſtände auf der Zeichnung wegfallen mußten. Läge z. B. das Sommer-Solſtitium ſeiner Nord-Halbkugel im Perihel, ſo würden der nördliche Frühling und Sommer gleich kurz ſein und zuſammen kaum $\frac{2}{5}$ ſeines aus nahe 88 Erden-Tagen oder $12\frac{1}{2}$ Wochen beſtehenden Jahres, alſo jedes wegen des beſchleunigten Laufs im Perihel weniger als 2 Wochen, Herbſt und Winter dagegen jeder über 4 Wochen dauern. Durchſchnitte aber die Solſtitial-Linie die große Axe unter rechten Winkeln, ſo hätte der Frühling kaum 2, der Sommer und Herbſt jeder über 4 und der Winter (wie der Frühling) kaum 2 ſolcher Wochen. Drittens wird auch in der Art, wie die benachbarten Weltkörper ſich dem Merkur darſtellen, eine bedeutende Verſchiedenheit hervorgebracht.

Die Sonne nämlich, welche vom Merkur im mittlern Abſtande unter einem Sehwinkel von $82\frac{4}{5}$ Minuten geſehen wird, alſo reichlich $2\frac{1}{2}$ Mal ſo groß im Durchmeſſer, wie von der Erde aus, vergrößert ihren Durchmeſſer in deſſen Perihel faſt bis zu 106 Minuten und vermindert ihn im Aphel bis zu 51,75 Minuten; und da die Lichtſtärke ſich verhält wie die Quadrate der Durchmeſſer, ſo erhält Merkur im Perihel faſt $4\frac{1}{5}$

Mal ſo viel Licht und Wärme von der Sonne als im Aphel, oder im erſten Punkte faſt 11, im zweiten aber nur 2⅗ Mal ſo viel Licht, als der Erde von ihr zu Theil wird. Bei dem nämlichen Planeten läßt ſich nämlich mit Wahrſcheinlichkeit annehmen, daß auf ihm im Ganzen und beſonders an den nämlichen Punkten der Oberfläche Lichtſtärke und Wärme in gleichem Verhältniſſe ſtehen, obgleich an den einzelnen Punkten deſſelben durch die verſchiedene Dichtigkeit der Atmoſphäre die Verſchiedenheit des Einfallswinkels der Sonnenſtrahlen, die verſchiedene Erwärmungsfähigkeit der Oberfläche, und manche andere Umſtände ein großer Unterſchied der Wärme hervorgebracht werden kann, wie dieſes auch auf unſerer Erde deutlich genug wahrzunehmen iſt. Aber auf verſchiedene Planeten, wie Merkur und Erde, läßt ſich von der Verſchiedenheit der Lichtſtärke der Sonnenſtrahlen durchaus kein gültiger Schluß auf die erwärmende Kraft derſelben machen, weil wir die Bedingungen, von denen dieſe abhängt, nicht einmal auf unſerer Erde hinreichend kennen, bei andern Planeten aber, außer dem Einfluſſe des Einfalls-Winkels nach den Graden der Planetenbreite, in gänzlicher Unwiſſenheit ſind. Es iſt alſo thöricht, die Bewohner anderer Planeten wegen der Hitze oder Kälte, welche ſie erleiden müſſen, bedauern zu wollen, denn von beiden können wir gar nichts wiſſen. Und, wenn es auch entſchieden iſt, daß wir bei unſerer der Erde angepaßten Organiſation auf keinem der übrigen Planeten und Trabanten nur leben, geſchweige denn uns glücklich fühlen könnten, ſo folgt daraus eben ſo wenig etwas für den Zuſtand ihrer Bewohner, als der Schluß gültig iſt, in unſerm Waſſer ſei kein Leben möglich, weil wir darin nothwendig erſticken müſſen. Dem erhabenen Baumeiſter des Weltalls, der den Aſtronomen in allen ſcheinbaren Verwirrungen und Störungen der Bahnverhältniſſe am Ziele ihrer Forſchungen ſtets die bewundernswürdigſte Harmonie offenbart, kann es in keinem Punkte ſeines unermeßlichen Reichs an Mitteln zur Erreichung ſeiner weiſen und gütigen Abſichten fehlen.

Auch auf die verſchiedene ſcheinbare Größe der benachbarten Planeten muß die außerordentliche Excentricität der Merkurbahn einen großen Einfluß haben.

Steht nämlich Merkur in dem auf der graphiſchen Darſtellung für die Monats-Abſchnitte angenommenen Nullpunkte, ſo iſt er wenig entfernt von ſeinem Aphel, wo er der Venus faſt eben ſo nahe iſt, als dieſe dem Perihel der Erde kommen kann. Dann hat ſie alſo für Merkur den nämlichen ſcheinbaren Durchmeſſer, den ſie der Erde in ihrer größeſten Nähe beim Durchgange durch die Sonne darbietet, alſo 64 Bogen-Secunden. Weil ſie aber dann dem Merkur in Oppoſition ſteht und ihm folglich ihre ganze erleuchtete Seite zuwendet, ſo giebt ſie demſelben 10 Mal ſo viel Licht, als wir zur Zeit ihres höchſten Glanzes von ihr erlangen. Dieſen hat ſie für uns, wenn ſie um den achten Theil ihrer Bahn von der un-

tern Conjunction abſteht. Dann zeigt ſie uns aber nur ¼ ihrer erleuchteten Seite und iſt überdies faſt 3 Mal ſo weit von uns entfernt als in der untern Conjunction ſelbſt, wodurch ihr Durchmeſſer bis auf 40 Secunden vermindert iſt. Steht Venus aber gegen das Perihel des Merkur's in Oppoſition, dann beträgt ihr Durchmeſſer nur reichlich 36 Secunden und ihre Lichtſtärke nur reichlich ⅓ der vorigen, alſo iſt letztere nur 3 bis 4 Mal ſo groß wie der höchſte Glanz der Venus für uns.

Auch die Erde in ihrer Oppoſition erſcheint dem Merkur an Durchmeſſer und Lichtſtärke ſehr verſchieden. Trifft die Oppoſition des Perihels der Erde mit dem Aphel des Merkur's zuſammen, ſo erblickt letzterer den Durchmeſſer der Erde unter einem Sehwinkel von 32 B.-Sec., alſo nur etwa um $^1/_{10}$ kleiner als die Venus unter den entgegengeſetzten ungünſtigſten Umſtänden; darnach würde alſo die Erde in der Merkursnähe $^4/_5$ der Lichtſtärke haben, welche Venus in der Merkursferne hat, wenn beide gleich ſtark von der Sonne beleuchtet wären. Da aber das Sonnenlicht auf der Erde nur wenig mehr als halb ſo ſtark iſt, wie auf der Venus, ſo erhält Merkur von dieſer wenigſtens 4 Mal, unter den entgegengeſetzten Umſtänden aber 25 Mal mehr Licht, als von der Erde.

Bei dem größeſten ſcheinbaren Durchmeſſer Jupiter's, der von der Erde 42, vom Merkur nur 37 Secunden beträgt, bringt wegen deſſen großer Entfernung die Excentricität Merkur's nur eine Verminderung von 4 Secunden hervor, wodurch deſſen Lichtſtärke etwa um ⅕ geſchwächt wird. Beim Saturn aber iſt der Unterſchied kaum merklich.

Aus dem Obigen erhellet, daß wir den Durchgang Merkur's durch die Sonne am beſten beobachten können, wenn er gegen den Anfang unſers Juni-Monats fällt, weil Merkur dann in ſeinem Aphel, folglich uns am nächſten iſt. Außer dem im vorigen Jahre 1845 im Mai vorgefallenen, werden ſich in dieſem Jahrhunderte noch ſieben Durchgänge ereignen, nämlich 1848 Nov. 9, 1861 Nov. 11, 1868 Nov. 4, 1878 Mai 6, 1881 Nov. 7, 1891 Mai 9, 1894 Nov. 10.

Die größeſte Elongation (Entfernung vom Standorte der Sonne), die aber nicht über 27⅔ Grad gehen kann, erlangt Merkur als Abendſtern, wenn er im Anfange des Septembers in Quadratur (□) ſteht, d. h. mit der Sonne und Erde einen rechten Winkel bildet; als Morgenſtern, wenn eben dieſes im Anfange des März geſchieht. In beiden ſieht man aber nur einen Theil ſeiner erleuchteten Seite, eine Phaſe des Planeten.

Wünſcht man aber zu wiſſen, wie lange Zeit Erde und Venus gebrauchen, um wieder in die Oppoſition Merkur's zu kommen, alſo ſeinen ſynodiſchen Umlauf wahrzunehmen, ſo braucht man nur auf die nämliche Weiſe, welche S. 96 ff. beſchrieben, aber, um Verwirrung zu vermeiden, auf der Zeichnung nicht ausgeführt iſt, die gleichnamigen Monatstheile zu verbinden. Dann ergiebt ſich aus dem Augenſcheine, daß Merkur die Venus nach 4⅔ und die Erde nach 3¾ Erden-Monaten mit

ſeinem ſchnellen Umlaufe gleichſam wieder einholt, in dieſer Zeit alſo ſeinen ſynodiſchen Umlauf gegen dieſe beiden nächſten Planeten vollendet. Beim Mars geſchieht es faſt ſchon in 3 Monaten.

Nimmt man die 4 kleinen innern Planeten aus, ſo hat unter allen übrigen die Neigung der Merkursbahn, wie ſchon S. 91 erwähnt iſt, die größeſte Abweichung von der Erdbahn. Sie beträgt, wie auf der Zeichnung (ſowohl bei der Neigungs-Axe als auch im Durchſchnitte der Bahnen) hinzugefügt iſt, 7°, und nimmt jährlich $0,_{184}$ Secunden, alſo in 1000 Jahren $^1/_{20}$ Grad zu. Um ſo viel entfernt ſie ſich alſo von der Erdbahn und nähert ſich der Ebene des Sonnen-Aequators, braucht alſo noch 10,000 Jahre, um mit letzterer zuſammen zu fallen.

Die Veränderungen des aufſteigenden Knotens und des Perihels, welche nach entgegengeſetzten Richtungen ſich bewegen, gehen unter allen Planeten, von denen ſie bekannt ſind, beim Merkur am langſamſten. Sie betragen zuſammen genommen nur 1365 Secunden in 100 Jahren, und bedürfen daher zur jedesmaligen Wiedervereinigung, oder um von Neuem in die nämliche Stellung gegen einander, aber in ganz andern Punkten der Ekliptik zu kommen, einer Periode von reichlich 95,000 Jahren.

Durch die Beobachtung von Flecken, welche jedoch ſelten erſcheinen und ſchwer wahrzunehmen ſind, haben die Aſtronomen Harding und Schröter die Rotationsperiode Merkur's zu 24 Stunden und 5 Minuten beſtimmt, wornach der dortige Tag noch 9 Minuten Sternzeit länger iſt als der unſrige. Aber die Beobachtungen bedürfen noch der Beſtätigung; und die Axenſtellung ſo wie die Solſtitiallinie derſelben ſind unbekannt, konnten alſo auf der Zeichnung nicht angegeben werden. Wegen ſeiner langſamen Rotation und ſeines geringen Durchmeſſers von 671 Meilen beträgt die Schwungkraft ſeines Aequators nur etwa $^1/_3$ derjenigen, die ſich auf der Erde findet. Da nun die dadurch auf der Erde bei einem mehr als $2^1/_2$ Mal ſo großen Durchmeſſer verurſachte Abplattung an den Polen nur $^1/_{300}$ des Durchmeſſers, alſo an jedem Pole nahe 3 Meilen beträgt, ſo muß ſie am Merkur ſo unbedeutend ſein, daß ſie ſich ſchwerlich jemals wird wahrnehmen laſſen.

3. Venus.

Unter allen Planeten unſers Sonnen-Syſtems iſt Venus, deren mittler Sonnenabſtand nahe 15 Mill. Meilen beträgt, derjenige, deſſen Bahn die geringſte Excentricität hat. Sie beträgt nur $0,_{0068}$ der halben großen Axe, alſo etwa 100000 Meilen, ſo daß der Mittelpunkt der Bahn, die am wenigſten vom Kreiſe abweicht, wenig außerhalb der Oberfläche des Sonnenkörpers liegt, deſſen Halbmeſſer zu 96468 Meilen berechnet wird. Der Unterſchied des größeſten und kleinſten Abſtandes von der

Sonne beträgt alſo nur etwa 200000 Meilen. Jener Mittelpunkt hätte daher auf der großen Axe, deren Perihel gegen 124° der Ekliptik gerichtet iſt, rechts von der Sonne angedeutet werden müſſen, wenn die Kleinheit des Maßſtabes Solches erlaubt hätte. Und dieſe geringe Excentricität vermindert ſich noch, aber nur um 1/10000 oder um 10 Meilen in 100 Jahren. Von allen den Folgen, welche beim Merkur ſeine große Excentricität hervorbringt, können ſich alſo auf der Venus nur wenige in einem faſt unmerklichen Grade finden. Die 4 Jahreszeiten werden ſich an Länge faſt völlig gleich ſein, und der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne ſich nur um 1/3 Secunde verändern. Nur auf den Anblick der Erde von der Venus aus hat ſie einigen Einfluß. Dieſe erſcheint ihr, da der Durchmeſſer der Erde nur 2 Meilen größer iſt als der Venus, faſt genau unter dem nämlichen Sehwinkel, den ſie bei uns unter den günſtigſten Umſtänden (d. h. bei einem Durchgange durch die Sonne, während die Erde ſich im Perihel befindet) erreichen kann, nämlich 64 Secunden, und zwar wenn ſie zu Anfange unſers Januars für uns in der untern Conjunction, alſo die Erde ihr in der Oppoſition ſteht. Denn dann würde das Perihel der Erde ihr dieſe um 350000 Meilen näher bringen, wenn nicht gerade ihr eigenes Perihel davon wieder reichlich 100000 Meilen wegnähme. Ohne dieſen Verluſt würde ſie die Erde um faſt 1/4 Sec. größer ſehen. Dennoch iſt ihr die Erde unter allen Planeten bei weitem der glänzendſte und giebt ihr 62 Mal ſo viel Licht wie wir vom Jupiter erhalten. Denn obgleich die Durchmeſſer ſich verhalten wie 64 Sec. zu 42 Sec., alſo die Quadrate wie 2,32 : 1, ſo erhält doch die Erde 27 Mal ſo viel Licht von der Sonne als Jupiter. Sogar unſer Vollmond, deſſen Durchmeſſer in der Oppoſition für die Venus dort nur gegen 17 Sec., alſo kaum 2/5 von Jupiter's geocentriſchem Durchmeſſer enthält, ertheilt der Venus 4 Mal ſo viel Licht, als wir vom Jupiter erhalten. Indeß kann bei allen dieſen Berechnungen nur auf das Verhältniß des Lichts zu den Entfernungen Rückſicht genommen werden, indem man vorausſetzt, daß die Oberflächen der Weltkörper die gleiche Fähigkeit haben, die von ihnen empfangenen Sonnenſtrahlen zu reflectiren.

Fällt aber die Oppoſition der Erde gegen Venus (ihre untere Conjunction gegen uns) in den Anfang unſers Juli-Monats, wo die Erde im Aphel ſteht, Venus aber auch nicht weit von ihrem Aphel, dann iſt dieſe im Ganzen 250000 Meilen weiter von der Erde entfernt, als im obigen Falle, wodurch der ſcheinbare Durchmeſſer derſelben auf nahe 62 Sec. und ihre Lichtſtärke auf 9/10 der vorigen reducirt wird. Dieſe bleibt alſo nur noch 56 Mal ſo ſtark, als für uns das Licht des Jupiter's iſt. Zwiſchen dieſen beiden Lichtſtärken fallen alſo die meiſten Oppoſitionen unſerer Erde gegen die Venus; das Maximum und Minimum derſelben findet aber nur alle 19 Erdenjahre oder alle 30 2/5 der Venus-Umläufe ſtatt.

Es verſteht ſich von ſelbſt, daß in dem eben beſchriebenen Grade Venus die Annehmlichkeit, welche ihr das Erdlicht gewähren muß, nur während der Oppoſition der Erde genießen kann. Je weiter ſie ſich nach derſelben von der Erde entfernt, deſto kleiner wird der ſcheinbare Durchmeſſer derſelben, und nach den Quadraten von dieſen vermindert ſich die Lichtſtärke. Ungeachtet aber bis zum Schluſſe des 8. Monats der Durchmeſſer bis auf 9 Sec. und die Lichtſtärke bis auf $1/50$ des Glanzes der Oppoſitionszeit herabgeſunken iſt, ſo bleibt ſie dennoch, wie ſich aus dem Obigen ergiebt, noch bis zu dem bald darauf erfolgenden Verſchwinden in den Sonnenſtrahlen vor der obern Conjunction der Venus noch immer dem Jupiter, wie er ſich uns zeigt, an Glanz überlegen.

Giebt es alſo, welches ſchwerlich zu bezweifeln iſt, auch auf der Venus beobachtende und denkende Weſen, die noch überdies auf keinem andern Planeten uns ſo ähnlich ſein können als dort, ſo muß es nächſt der Sonne, deren Durchmeſſer ſie faſt $1\frac{1}{2}$ Mal ſo groß ſehen, wie wir, am ganzen Himmel keinen intereſſanteren und angenehmeren Gegenſtand für ſie geben, als unſere Erde mit ihrem Monde. Zwar kann der Mangel eines eignen Mondes, der jetzt nicht mehr bezweifelt wird, ihr durch das Licht jener beiden Weltkörper nicht ganz erſetzt werden, aber es bewirkt doch, daß nur ein kleiner Theil ihrer Nächte völlig finſter iſt, wenn ihr auch gewöhnlich das eigenthümliche aſchgraue Licht fehlt, welches die Aſtronomen Mayer und Harding in dem dunklen Theile der Venus zuweilen auf eine ähnliche Weiſe bemerkt haben wollten, wie man es auf der Schattenſeite unſeres Mondes kurz nach dem Neumonde wahrnimmt. Denn da in der langen Zwiſchenzeit zwiſchen jenen beiden Wahrnehmungen und auch nach denſelben nichts der Art wieder bemerkt iſt, ſo darf es wohl nur einer unter ſeltnen Umſtänden bemerkbar hervortretenden Lichtentwickelung auf der Oberfläche des Planeten zugeſchrieben werden. Auch iſt der Venusmond, den vor 100 Jahren die Aſtronomen Mairan, Montaigne und Short zuweilen in ihren Ferngläſern zu erblicken glaubten, höchſt wahrſcheinlich nichts als eine optiſche Täuſchung, welche in den damaligen unvollkommenen Fernröhren durch eine Seitenabſpiegelung der Venus hervorgebracht wurde, da man ſeitdem gar nichts wahrgenommen hat, was ihre Vermuthung beſtätigt hätte.

Uns aber kann Venus das nicht ſein, was wir ihr ſind. Zwar würde ſie, da bei ihr die Stärke des Sonnenlichts ſich zu dem unſrigen wie $1{,}9 : 1$ alſo faſt wie $2 : 1$ verhält, beinahe den doppelten Glanz haben, den die Erde über ſie verbreitet, wenn wir auch ſie in der Oppoſition haben könnten. Da aber dieſes unmöglich iſt, und ſie uns in der untern Conjunction die dunkle Seite, bald vor und nach derſelben aber nur ſchmale Sicheln ihrer erleuchteten Seite (kleine Phaſen) zukehrt: ſo kann ſie uns nur dann im höchſten Glanze erſcheinen, wenn ſie $1/4$ ihrer erleuchteten Seite uns zuwendet, welches etwa 3 Wochen vor und nach

der untern Conjunction geſchieht. Dann hat ihre Entfernung um 3 Mill. Meilen zugenommen, wodurch ihr Durchmeſſer geocentriſch, d. h. von der Erde aus geſehen, auf 40 Minuten, und ihre Lichtſtärke auf ²/₅ der vollen Erleuchtung ſich vermindert hat, alſo ¼ derſelben nur ¹/₁₀ der vollen Erleuchtung der Erde in ihrer Oppoſition gegen Venus ausmachen würde, wenn dieſe nicht faſt das doppelte Sonnenlicht hätte, ſo daß ihr noch beinahe ⅕ des Glanzes bleibt, mit dem die Erde ſie erfreut, und ſie uns 10 Mal ſo viel Licht giebt, als Jupiter in der vortheilhafteſten Oppoſition. Größer kann aber auch ihr Glanz nicht werden. Denn bei größerer Annäherung an die untere Conjunction nimmt ihre Sichel ſchneller ab, als ihre Entfernung, und beim Zurückweichen zu ihrer größeſten Elongation nimmt ihre Entfernung und mit ihr die Verminderung des Durchmeſſers mehr zu, als durch die Vergrößerung des von ihr ſichtbaren erleuchteten Theils ausgeglichen werden kann. Denn, wenn Venus nach Ablauf des zweiten Monats ſich in der größeſten Elongation befindet, ſo iſt ſie ſchon 15 Mill. Meilen von der Erde entfernt, und dadurch ihr geocentriſcher Durchmeſſer auf 21 Secunden, ihre Lichtſtärke auf ¹/₉ jenes Lichts der Erde vermindert. Von hier bis zur untern Conjunction nimmt ihr Durchmeſſer bis zu 9,₃ Secunden ab, doch hat ſie dann das Doppelte des Glanzes, welches die Erde nahe vor ihrer Conjunction der Venus geben kann, weil in der Annäherung zu dieſer Stellung Venus, eben ſo gut wie die Erde, ihre volle erleuchtete Seite ſichtbar werden läßt, dieſe aber faſt die doppelte Menge des von der Sonne empfangenen Lichts reflectirt.

Die Durchgänge der Venus durch die Sonne ſind 8 Mal ſeltener, als die des Merkur's, etwa 16 in 1000 Jahren. Seit Erfindung der Fernröhre wurde 1639 der erſte beobachtet, und auf die beiden folgenden, 1761 und 1769 (beide im Juni), machte Halley (geb. 1678 † 1764) zuerſt dringend aufmerkſam, als auf die beſten Mittel, die Parallaxe der Sonne und dadurch ihre Entfernung von der Erde zu finden, wozu ſie auch mit dem beſten Erfolge benutzt wurden. Mehrere Regierungen beeiferten ſich nämlich, Aſtronomen in die verſchiedenſten Gegenden der Erde zu ſenden, um daſelbſt den Eintritt der Venus in die Sonnenſcheibe und ihren Austritt aufs Genaueſte zu beobachten; und aus dem Unterſchiede der Zeit, in welcher dieſes an den verſchiedenen Orten geſchah, wurde demnächſt die Parallaxe der Sonne ſchärfer berechnet, als man ſie durch andere Mittel hatte finden können, denn durch die ſiebenſtündige Dauer des Phänomens wird die mögliche Schärfe der Beobachtung ſehr begünſtigt. Die nächſten Durchgänge ſind 1874 Dec. 8. und 1882 Dec. 6.

Die größeſte Elongation der Venus beträgt, wie ſchon erwähnt ward, in ihrer Quadratur nicht über 48 Grad.

Da ihre Entfernung vom Mars um die Hälfte größer iſt, als die Entfernung der Erde von demſelben, ſo beträgt deſſen Durchmeſſer nur

$^{2}/_{3}$ desjenigen, den er auf der Erde hat, und deſſen Lichtſtärke $^{4}/_{9}$, alſo noch nicht die Hälfte; beim Jupiter aber, und zumal beim Saturn, iſt der Unterſchied der Entfernungen beider Planeten von denjenigen, die ſie von der Erde haben, ſo unbedeutend, daß die Verſchiedenheit ihrer Durchmeſſer und Lichtſtärke kaum merklich werden kann.

Nach Weiland's Planetenſyſteme liegt die Aequinoctial-Axe nur etwa 12° links von ihrer großen Axe; über die Stelle des längſten und kürzeſten Tages aber finden ſich noch keine Angaben. Doch iſt hier Alles noch höchſt problematiſch, da man bisher nicht einmal über die Rotationszeit, und noch weniger über die Axenſtellung hat zur Gewißheit kommen können.

Denn weil bisher noch nur Wenige der fleißigſten Beobachter Flecken geſehen haben, und auch dieſe verſichern, daß ſie ihnen nur höchſt matt und unbeſtimmt gleich einem leiſen Hauche erſchienen, ſo hat die Beſtimmung der Rotationszeit lange zwiſchen der Caſſiniſchen von 23 Stunden 15 Min., und der ſpätern von Bianchini, der ſie bis zu 24 Tagen und 8 Stunden ausdehnte, geſchwankt. Schröter kam ziemlich auf die erſtere zurück, indem er die Veränderung der wahrſcheinlich von hohen Bergen (welche er auf 5 Meilen ſenkrechter Höhe ſchätzte) herrührenden Auszackungen an der Lichtgrenze, beſonders in der Nähe der Phaſenhörner, ſorgfältig und mühſam beobachtete, und daraus eine Rotationszeit von 23 Stunden 21 Min. herleitete. Doch iſt auch dieſe wieder zweifelhaft gemacht. Noch ungewiſſer aber iſt die Axenſtellung, für welche Einige eine Neigung von 17° gegen die Erdbahn gefunden haben, ſo daß alſo die Ebene des Aequators ſich 73° von der Erdbahn entfernte. Wäre dieſes richtig, ſo würden daraus beinahe die nämlichen ungeheuern Verſchiedenheiten der Jahreszeiten hervorgehen, welche unten bei der ähnlichen Lage des Uranus dargeſtellt werden ſollen.

Gewiß dagegen iſt der Neigungswinkel der Bahnebene gegen die Erdbahn. Er beträgt jetzt $3^{1}/_{3}$°, und iſt eben, wie beim Merkur, im Zunehmen begriffen, doch in einem doppelt ſo langſamen, ſo daß dieſes in 100 Jahren nur $7^{3}/_{10}$ B. Sec., alſo erſt in 50000 Jahren einen Grad beträgt.

Schröter's Verſuche, aus den abgetrennten Lichtpunkten Berghöhen von 5 Meilen zu berechnen, bedürfen noch ſehr der Beſtätigung.

4. Mars.

Unter allen größern Planeten bieten die 4 innern in Anſehung der Excentricität die größeſten Contraſte dar, indem die beiden benachbarten Venus und Erde beiweitem die kleinſte, Merkur und Mars dagegen die größeſte haben. Zwar iſt ſie beim Mars noch nicht völlig die Hälfte Merkur's; doch fällt ſie wegen der Größe ſeiner Bahn, da ſeine mittlere Entfernung von der Sonne 31483000 Meilen beträgt, auf der Zeichnung

noch mehr ins Auge, und iſt in Meilenzahl auch weit beträchtlicher, indem der Mittelpunkt ſeiner großen Axe faſt 3 Mill. Meilen von dem Mittelpunkte der Sonne entfernt iſt und in jedem Jahrhunderte noch um etwa 73 Meilen weiter zurückweicht, während dieſe Entferung beim Merkur nur $1\frac{3}{5}$ Mill. Meilen beträgt. Da nun ſchon bei der Erde, ungeachtet ihrer geringen Excentricität, die Länge des Winter- und Sommerhalbjahrs einen Unterſchied von $6\frac{3}{4}$ Tagen hatte, ſo muß dieſer beim Mars weit größer ſein, zumal, da auch bei ihm die Solſtitial-Axe nicht viel von der großen Axe abweicht. Das Aphel der großen Axe liegt zwiſchen dem Sommer-Solſtitium der Nord-Halbkugel und ihrem Frühlings-Aequinoctium; folglich muß das Bahnſtück zwiſchen beiden das größeſte und die Winkelbewegung des Mars auf derſelben die langſamſte, alſo das Frühlingsquartal das längſte ſein. Wenig kürzer iſt aber auch das Bahnſtück zwiſchen dem Sommer-Solſtitium und dem Herbſt-Aequinoctium, folglich das Sommerquartal. Dagegen werden das Herbſt- und Winterquartal durch ihre Nähe beim Perihel ſehr abgekürzt.

Die volle ſideriſche Umlaufszeit iſt nach Erdzeit $686\frac{11}{12}$ Tage, oder genauer 1 Jahr 321 Tage 17 St. 30 Min.; und die tropiſche (gegen ſeinen Frühlingspunkt) um 1 St. 12 Min. kürzer. Weil aber der Sterntag des Mars reichlich 37 Min. und der mittlere Sonnentag deſſelben $39\frac{1}{2}$ Min. länger iſt, als der Tag der Erde, ſo hat er während ſeines Umlaufs nur $668\frac{1}{2}$ Marstage. Von dieſen kommen für die Nord-Halbkugel:

auf das Frühlingsquartal	191	Marstage	372 Marstage,
„ „ Sommerquartal	181	„	
„ „ Herbſtquartal	$149\frac{1}{2}$	„	$296\frac{1}{2}$ „
„ „ Winterquartal	147	„	

Die beiden letzten zuſammengenommen ſind alſo um $75\frac{1}{2}$ Marstage, oder um faſt $\frac{1}{5}$, alſo $2\frac{1}{2}$ Erdenmonate kürzer, als die beiden vorhergehenden. Auf der Süd-Halbkugel iſt natürlich das umgekehrte Verhältniß, nämlich das Sommerhalbjahr $\frac{1}{5}$ kürzer, als das Winterhalbjahr.

Aber die Wirkung der Sonnenſtrahlen wird durch die große Excentricität ſehr merklich in entgegengeſetzter Weiſe afficirt. Im Aphel, während des Sommers der Nord-Halbkugel, iſt Mars von der Sonne faſt 6 Millionen Meilen weiter entfernt, als im Perihel während des Winters derſelben, wodurch die Sonne von der Kraft, die ſie zur Erleuchtung und Erwärmung im Perihel hat, $\frac{1}{3}$ verliert. Die nothwendige Folge iſt alſo, daß, ähnlich wie bei uns, aber in weit höherm Grade, die nördliche Halbkugel des Mars lange und kühle Sommer, kurze und milde Winter hat; dagegen müſſen auf der ſüdlichen Halbkugel die Sommer kurz und heiß, die Winter dagegen lang und ſtrenge ſein.

Daß es auch wirklich ſo iſt, ſcheint durch die Beobachtung deutlich beſtätigt zu werden. Denn, wenn die Erde zu Anfange des Märzmonats

den Mars in Oppoſition hat, ſo iſt, wie die Zeichnung anſchaulich macht, der Nord-Pol des Planeten ihr faſt zugekehrt, und da derſelbe 61⅓ Grad gegen ſeine Bahn geneigt iſt, ſo ſieht die Erde, ungeachtet ſie ſich dann reichlich 1° unter der Bahnfläche des Mars befindet, doch faſt bis zu deſſen Polarkreis jenſeits ſeines Nord-Pols, alſo ungefähr bis zu 62½ Gr. ſeiner Norderbreite hinaus, und ebenſo wird ihr, aber 6 Mill. Meilen näher, deſſen Süd-Pol ſichtbar, wenn die Oppoſition des Mars in den Anfang unſeres Septembers fällt. Doch kann auch in den Zwiſchenoppoſitionen bis zu den Aequinoctialpunkten, theils einer, theils beide Pole, und meiſtens neben dem einen Pole noch ein mehr oder minder großer Theil der entgegengeſetzten Polarzone beobachtet werden. Dieſe Beobachtungen erfordern aber eine geraume Zeit, theils weil die Oppoſitionen, in deren Nähe der Planet am ſichtbarſten iſt, nur alle 26 Monate erfolgen, theils weil die Differenz der Entfernungen, welche den ganzen nächſten Abſtand der Venus von uns übertreffen kann, in der Deutlichkeit der Wahrnehmungen einen großen Unterſchied hervorbringt.

Nun haben die bisherigen Beobachtungen, und beſonders diejenigen, welche Prof. Mädler in den Jahren 1830, 1837 und 1839 anſtellte, bewieſen, daß die weißen Flecken, welche wechſelsweiſe um den Nord- und Süd-Pol geſehen werden, ihre Ausdehnung nach den Jahreszeiten des Mars beträchtlich, aber in einem ſehr verſchiedenen Grade verändern. Es zeigte ſich nämlich, daß der weiße Fleck am Süd-Pole, der ſich in deſſen Sommer 1830 nur mit einem Halbmeſſer von etwa 8 bis 9 Graden um den Pol erſtreckte, in deſſen Winter 1837 einen Halbmeſſer von etwa 63° hatte, wogegen der weiße Fleck am Nord-Pole in deſſen Sommer 1837 einen Halbmeſſer von 15° behielt, aber auch in ſeinem Winter 1830 eine geringere Ausdehnung als der Süd-Polfleck gehabt haben muß, weil damals von ſeinem Lichte nichts wahrgenommen ward. Dieſe Veränderlichkeit der leuchtenden weißen Flecke nach den Jahreszeiten des Mars hat mit der Veränderlichkeit unſerer Schnee-Regionen eine zu große Aehnlichkeit, als daß man ſich enthalten könnte, ſie einem ähnlichen Körper, wie unſer Schnee iſt, alſo auch einer ähnlichen Atmoſphäre zuzuſchreiben; und damit ſtimmt auch das überein, daß auf der ſüdlichen Halbkugel der lange und ſtrenge Winter die Schnee-Region weiter ausdehnt und der kurze aber heiße Sommer ſie mehr verengt, als die umgekehrten Verhältniſſe dieſes auf der Nord-Halbkugel zu thun vermögen. Die genaue Abbildung dieſer veränderlichen weißen, ſo wie der dunkeln beſtändigen, aber ſchwer zu deutenden Flecken findet ſich in Mädler's Popul. Aſtron. Atlas Tafel I. nach deſſen eigenen Beobachtungen. Der Verf. läßt es nämlich unentſchieden, ob man ſich unter den letztern Meere, die nach dem Daſein des Schnees allerdings nicht unwahrſcheinlich ſind, oder ſolche Theile des Landes, die das Licht ſchwächer zurückwerfen, zu denken habe. Im letztern Falle würde man ein gutes Dutzend unzuſammenhängender

Inſeln von ſehr verſchiedener Größe und Geſtalt, und auf der ſüdlichen Halbkugel 3 lange fadenförmige Landengen erblicken, welche kleine rundliche Inſeln mit größeren verbinden. Von jenen kleinen Inſeln hat der Verf. eine dem Aequator nahe liegende zur Bezeichnung des erſten Meridians benutzt.

Die Excentricität des Mars iſt, wie bei allen größern Planeten, außer Merkur und Jupiter, im Abnehmen; doch beträgt die Verminderung in 100 Jahren nur 2800 Meilen. Jetzt bringt ſie ihn uns in der Oppoſition ſeines Perihels bis auf 7¾ Mill. Meilen nahe, während er in der Oppoſition ſeines Aphels 13 bis 14 Mill. Meilen, alſo ungefähr doppelt ſo weit von uns entfernt bleibt, daher ſein ſcheinbarer Durchmeſſer in der Oppoſition zwiſchen 23 und 12 Secunden variiren kann. Außer derſelben kann dieſer aber auch bis zu 3 Secunden herabgehen.

Die Axenſtellung des Mars weicht unter allen Planeten, außer Uranus und vielleicht Venus, am meiſten von der verticalen Richtung gegen ihre Bahn ab, nämlich 28⅔ Grade. Die Schiefe der Ekliptik iſt bei ihm alſo um mehr als 5 Gr. größer, wie bei uns. Die heiße Zone, welche bei uns 47 Gr. breit iſt, hält bei ihm 57⅓, und jede Polarzone hat einen Durchmeſſer von gleichfalls 57⅓ Gr., folglich hat die gemäßigte Zone, welche bei uns 43 Gr. breit iſt, auf ihm nur 32⅔ Gr. Dieſes, verbunden mit der faſt doppelten Länge ſeines Umlaufs, bewirkt, daß die Unterſchiede der Tageslängen und Jahreszeiten auf ihm bedeutend größer ſein müſſen, als bei uns. Beſonders gilt dieſes von den höheren Breiten. Obgleich ſeine ſideriſche Rotationszeit reichlich ⅗ Stunde länger iſt, als die unſrige, ſo iſt doch ſein kürzeſter Tag ſchon unter 45 Gr. 47 Zeitminuten, unter 50 Gr. 1 St. und 3 Min., unter 60 Gr. 2 St. 40 Min. kürzer als bei uns; und bereits unter 61⅓ Gr. geht die Sonne an einem Tage nicht auf, während ſie bei uns dieſes erſt unter 66½ Gr. thut. Am Nord-Pole aber geht die Sonne in 372 Marstagen, alſo in faſt 55 unſerer Wochen, am Süd-Pole in 296½ Marstagen oder 43 unſerer Wochen nicht auf. Dagegen hat im Sommer der Nord-Pol die Sonne in 55, der Süd-Pol nur in 43 unſerer Wochen beſtändig über dem Horizonte, und zwar ſehen beide ſie am längſten Tage 28⅔ Gr. über ihm, alſo reichlich 5 Gr. höher, als es auf den Polen der Erde geſchieht, oder nahe in gleicher Höhe, wie ſie am kürzeſten Tage Mittags über den Bewohnern von Liſſabon, Palermo und Athen ſteht. Da nun jeder Aequatorgrad auf dem Mars nur 7⅘ unſerer geograph. Meilen enthält, ſo ſind alle Verſchiedenheiten der Tageslängen und des Klimas auf ihm doppelt ſo nahe bei einander, wie bei uns, und zugleich wegen ſeiner längern Umlaufszeit faſt doppelt ſo lange dauernd.

Berge haben auf ihm nicht wahrgenommen werden können, und es iſt auch wenig Wahrſcheinlichkeit, daß es jemals geſchehen werde. Denn an Bergſchatten, wie auf unſerm Monde, iſt wegen ſeiner vollen Be-

leuchtung in der Oppoſition nicht zu denken, und in der Quadratur, wenn Erde, Sonne, Mars einen rechten Winkel bilden, iſt theils die Schattenſeite des letztern ſehr ſchmal, theils beträgt die Entfernung deſſelben dann wenigſtens über 36 Mill. Meilen, wovon man ſich auf der graphiſchen Darſtellung leicht durch unmittelbare Meſſung überzeugen kann.

Die Sonne.

Zuletzt mögen in dieſem Kapitel auch noch einige Bemerkungen über die Sonne, als den Mittelpunkt dieſer Darſtellung, ihren Platz finden. Zwar gehört ſie nicht zu den Planeten, auf welche die Ueberſchrift ſich eigentlich nur bezieht, aber ſie iſt doch das Band, welches alle Weltkörper unſeres Sonnenſyſtems zuſammenhält und mit ihnen gleichſam eine abgeſonderte Welt bildet. Denn, obgleich die neuern Beobachtungen es mehr als wahrſcheinlich machen, daß ſie mit dem geſammten Univerſum, und insbeſondere mit dem Sternſyſteme, das zur Milchſtraße zu gehören ſcheint, in einer ähnlichen Verbindung und Bewegung ſtehe, wie diejenige iſt, welche ſie mit den ihr nahe verbundenen Weltkörpern unterhält: ſo muß ſie doch in Anſehung der letztern als ruhend, als der Mittelpunkt aller Bewegung derſelben, und als die Erregerin alles Lebens in denſelben gedacht werden.

Die erſte dieſer Wirkungen bringt ſie durch die überwiegende Anziehungskraft ihrer Maſſe hervor, denn dieſe iſt 345936 Mal größer als die Erdmaſſe, ja noch 775 Mal größer, als die Maſſe aller zu ihrem Syſteme gehörigen Weltkörper, daher ihre Anziehungskraft nicht bloß die größeſten und entfernteſten Planeten, ſondern auch die auf ½ Million geſchätzte Menge der zum Theil in ungeheure Entfernungen bis zu 17700 Mill. Meilen hinausſchweifenden Kometen in ihren Bahnen zu erhalten vermag. Dennoch iſt ihr Körper 4 Mal ſo groß, als er bei einer der Erde gleichen Dichtigkeit ſein würde. Denn ihre Kugel, an welcher keine Abplattung hat bemerkt werden können, hat einen mittlern ſcheinbaren Durchmeſſer von 32 Minuten, welcher einen wahren von 192936, und einen Umfang von 605556 geogr. Meilen giebt. Ihr körperlicher Inhalt iſt daher 1,415225 Male dem Volumen der Erde gleich, folglich ihre Dichtigkeit nur der vierte Theil derjenigen, welche ſich bei der Erde findet.

Indeß iſt das, was wir ſehen, nicht der feſte Körper der Sonne, ſondern die denſelben umgebende, ſelbſtleuchtende, Licht und Leben ſpendende Lichthülle oder Photoſphäre, wodurch die Sonne ſich von allen ihren Planeten und deren Trabanten weſentlich unterſcheidet, denn deren Glanz rührt nur von dem reflectirten und daher polariſirten Sonnenlichte her, welches ſich von dem unpolariſirten Sonnenlichte durch ſeine Brechungsverhältniſſe beſtimmt unterſcheiden läßt. Aber die Dicke

dieſer Photoſphäre läßt ſich nicht genau angeben. Zwar hat man Verſuche gemacht, ſie aus den Beobachtungen der Sonnenflecken, von welchen Weiland's Sonnenſyſtem Abbildungen enthält, zu berechnen, und in denſelben Vertiefungen von 300—500 Meilen wahrzunehmen geglaubt, doch ſind dieſe Reſultate noch ſehr unſicher. Wollte man aber, wegen der zunehmenden Dichtigkeit der näheren Planeten, es wahrſcheinlich finden, daß der feſte Sonnenkern, wenn nicht dichter als Merkur, doch wenigſtens eben ſo dicht als Erde und Venus ſei, ſo würde deſſen Durchmeſſer ſich auf 120659 Meilen vermindern und ſeine Photoſphäre eine Dicke von 36133 Meilen haben, ihre Grenze alſo um reichlich ¾ der Entfernung unſeres Mondes von der Oberfläche der Sonne abſtehen. In dieſem Falle würde die Schwere auf ſeiner Oberfläche noch weit größer ſein, als die Berechnung nach dem größeren Durchmeſſer dieſelbe ergiebt. Nach derſelben verurſacht nämlich ein Gewicht von 100 Pfund dort einen Druck, wie auf der Erde 2836 Pfund, und die Fallhöhe beträgt daſelbſt in der erſten Secunde 428 pariſer Fuß; beide ſind alſo 28 Mal ſo groß als auf der Erde.

Zur Erklärung jener Sonnenflecken, die oft 10000 Meilen im Durchmeſſer haben, und bald ſehr dunkel mit ſcharfen Umriſſen und meßbaren Dimenſionen (doch nur in der Nähe des Aequators) ſich zeigen, bald von einer grauen Färbung ſind, und dann Höfe oder Nebel heißen, — ſtellt Herſchel die Vermuthung auf, daß die Sonne von zwei Photoſphären umgeben ſei, einer innern ſchwächern und einer äußern glänzenden, von denen bald nur die äußere, bald auch die innere auf eine ähnliche Weiſe, wie unſere Wolken auseinander gingen und ſich wieder ſchlöſſen. Denn veränderlich ſind ſie, und je mehrere und größere vorhanden ſind, deſto mehr Sonnenfackeln pflegen ſichtbar zu werden, die beträchtlich heller, als die übrige Photoſphäre leuchten und eine partielle Anhäufung der Lichtmaterie anzudeuten ſcheinen. Der oft vermuthete Einfluß auf die Witterung aber, entweder größere Kälte, oder, wie Herſchel wegen größerer Thätigkeit der Photoſphäre vermuthete, vermehrte Wärme, hat ſich bisher durch die Erfahrung nicht beſtätigt. Doch ſcheint eine periodiſche Zu- und Abnahme bemerkbar zu ſein. Es hat ganze Jahre gegeben, in denen aufmerkſame Beobachter gar keine Flecken wahrnehmen konnten. Nach den Beobachtungen des Herrn Schwabe in Deſſau von 1826 bis 1837 nahm die Zahl ſämmtlicher Fleckengruppen eines Jahres zwiſchen 1828 und 1833 von 225 bis 33 ab, und ſtieg dann wieder bis 1837 auf 333. Die Zahl der Tage, in welchen die Sonne ganz fleckenfrei war, betrug im Jahre 1833 die Summe von 139 Tagen, im Jahre 1831 dagegen nur einen einzigen Tag.

Sehr wichtig aber ſind jene Ungleichheiten auf der Photoſphäre der Sonne für die Erkennung ihrer Rotationszeit und der Stellung ihres Aequators geworden. Aus dem allmähligen Fortrücken derſel-

den hat man nämlich eine ſideriſche Umdrehung derſelben von 25½ Tagen gefunden, die ſynodiſche dagegen, nach welcher der nämliche Fleck gegen die Erde, welche unterdeß auf ihrer Bahn fortgerückt iſt, wieder die vorige Richtung erhalten hat, dauert noch 46 Stunden länger, alſo 27½ Tage. Die Bewegung jedes Aequatorpunktes iſt alſo auf der Sonne 4 Mal ſchneller, als auf der Erde, aber 6 Mal langſamer, als auf Saturn und 7 Mal langſamer, als auf Jupiter. Durch eben dieſes Mittel entdeckte man auch, daß die Neigung des Sonnen-Aequators gegen die Erdbahn 7½ Grade betrage, und wo die Knoten liegen, in denen die Bahnen der Erde und der übrigen Planeten die Ebene des Sonnen-Aequators durchſchneiden. Doch wird die Ekliptik zur Beſtimmung der Neigung der Planetenbahnen von den Aſtronomen vorgezogen, weil ſie eine größere Schärfe der Beobachtung zuläßt. Denn bei der langen Rotationsperiode der Sonne machen die Veränderungen, welche faſt täglich mit den Flecken vorgehen, und ſie oft nach Vollendung einer Periode kaum als die nämlichen wieder erkennen laſſen, die Reſultate der Beobachtung zu unſicher, als daß ſie der von den Aſtronomen geforderten Genauigkeit Genüge leiſten könnten.

Merkwürdig iſt noch das Zodiakallicht, welches in den Aequatorialgegenden der Erde wegen der kurzen Dämmerung faſt täglich, in höheren Breiten aber nur um die Zeit der Aequinoctien und ſehr ſelten geſehen wird. Es hat Aehnlichkeit mit dem Schimmer der Milchſtraße, und erſtreckt ſich in der Ebene des Sonnen-Aequators pyramidaliſch bis zu 50° über dem Horizonte mit einer untern Breite von 8 bis 30 Graden. Nach Hrn. v. Humboldt's Kosmos I, S. 89 iſt „dieſer ewige Schmuck der Tropennächte entweder ein großer, zwiſchen der Erde und Mars rotirender Nebelring, oder, doch mit minderer Wahrſcheinlichkeit, die äußere Schicht der Sonnen-Atmoſphäre ſelbſt."

Endlich verdient auch noch die Erſcheinung Aufmerkſamkeit, daß bei totalen Sonnenfinſterniſſen im Augenblicke der größeſten Verfinſterung ſich rings um den dunklen Mond ein weißer Lichtring zeigt, der ſich allmählig ins Grau des Himmels verliert und zuletzt vom Hrn. C. R. Schumacher in deſſen Jahrbuche 1843 nach der von ihm in Wien am 8. Juli 1842 beobachteten totalen Sonnenfinſterniß abgebildet und beſchrieben iſt. Schon früher iſt Aehnliches an verſchiedenen Orten bemerkt, doch haben Andere den Ring hellglänzend, hochroth und heftig wallend geſehen, und 1778 ſah Ulloa auf dem atlantiſchen Ocean bei einer totalen Sonnenfinſterniß einen ſtark glänzenden Ring, der ſich ſchnell im Kreiſe „wie ein um einen Mittelpunkt laufendes Kunſtfeuer" zu bewegen ſchien. Hr. Prof. Mädler erwartet von fortgeſetzter Beobachtung dieſer Erſcheinung wichtige Aufſchlüſſe über die Natur der Sonne. In der Atmoſphäre des Mondes darf die Urſache nicht geſucht werden, weil ihm dieſe

jetzt gänzlich abgeſprochen wird; ob ſie aber nicht etwa in einer Beugung der den Mondsrand ſtreifenden Sonnenſtrahlen gefunden werden könne, wird der Beurtheilung der Phyſiker zu überlaſſen ſein.

Vierte Abtheilung. D.

Anſchluß der Tafel III. an die Bahnen der übrigen Planeten.

Aus den S. 89 angegebenen Gründen ſah ich mich freilich genöthigt, mich bei der graphiſchen Darſtellung auf die vier innern Planeten zu beſchränken; aber, wenn die Liebhaber ſich mit dieſen hinreichend bekannt gemacht haben, werden ſie auch das Bedürfniß fühlen, die Bahnen der übrigen Planeten derſelben anzuſchließen. Daher halte ich mich verpflichtet, auch über dieſe und über die Mittel, wodurch ich auf der Zeichnung dieſes Geſchäft zu erleichtern ſuchte, einige Erläuterungen hinzuzufügen.

Auf den vollſtändigen Sonnenſyſtemen, z. B. dem ſchon empfohlenen Weiland'ſchen, finden ſich alle für einen ſolchen Anſchluß erforderlichen Zeichen, aber es dürfte den Liebhabern ſchwer werden, eben wegen ihrer Menge aus ihnen ein klares Bild zu gewinnen. Daher möchte ich rathen, mit Uebergehung der vier kleinen mittlern Planeten oder Aſteroiden, deren Bahnen ſchwer zu entwirren ſind, und die, nur in ſtarken Fernröhren ſichtbar, von den Liebhabern ſchwerlich wahrgenommen werden können, in den Bahnen der drei äußern Planeten eben die Linien einzuzeichnen, die ſich auf der graphiſchen Darſtellung befinden, und dieſelben durch ähnliche Inſchriften zu bezeichnen. Es fallen alſo zwiſchen P. und Aph. die großen Axen, zwiſchen den Tag- und Nachtgleichen die Aequinoctial-Axen, zwiſchen den längſten und kürzeſten Tagen die Solſtitial-Axen, doch müſſen dieſe Linien nur bis zur nächſten innern Bahn ausgezogen werden. An den Endpunkten der Solſtitial-Axen laſſen ſich dann auch die Rotations-Axen nach dem einer jeden zukommenden Neigungswinkel hinzufügen, ſo daß dieſer beim längſten Tage gegen die Sonne und beim kürzeſten von ihr abgewendet iſt. Eben ſo können auch die Knotenlinien, und vertical auf dieſen die Neigungs-Axen nebſt dem Winkel, den ſie mit der Ekliptik machen, eingezeichnet werden, welches Alles ſich auf den großen leeren von dieſen Bahnen eingeſchloſſenen Räumen leicht ausführen läßt. Fügt man dann noch aus 153° der Ekliptik, dem Aph. ♂, eine kurze kenntliche Linie gegen die Sonne, aber nur etwa bis zur Uranusbahn hinzu, ſo iſt zugleich die Horizontallinie für die graphiſche Darſtellung bezeichnet, nach welcher ſich ſogleich

die Stellung aller jener Linien gegen die gleichnamigen der 4 innern Planeten beurtheilen läßt. Um aber die wichtigſten derſelben unmittelbar vor Augen zu ſtellen, habe ich die aufſteigenden Knoten, die großen Axen, ſo wie die Aequinoctial= und Solſtitial=Axen der äußern Planeten, auch auf der Einfaſſung der graphiſchen Darſtellung durch Zeichen anſchaulich zu machen geſucht, deren Bedeutung bereits S. 94 erklärt iſt. Das Bemerkenswertheſte in Anſehung dieſer noch übrigen Planeten dürfte etwa in Folgendem beſtehen.

5—8. Die vier mittlern kleinen Planeten: Veſta, Juno, Ceres und Pallas.

Die Alten, welche die Erde noch nicht zu den Planeten rechneten, kannten nur fünf derſelben, nämlich Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn; doch zählten ſie ſieben, weil ſie die Sonne und den Mond in ihre Zahl aufnahmen. Durch das Copernicaniſche Syſtem traten Sonne und Mond aus derſelben heraus, aber die Erde wieder hinein, ſo daß bis zur Entdeckung des Uranus 6 Planeten gezählt und erſt durch ihn die frühere Zahl wieder hergeſtellt wurde. Schon vor derſelben war in den Entfernungen der Planeten von der Sonne eine merkwürdige Progreſſion entdeckt. Wenn man nämlich den mittlern Abſtand der Erde zu 20 Millionen Meilen und den zehnten Theil deſſelben als Einheit annimmt, ſo erhält man für die mittlern Abſtände der Planeten ziemlich nahe folgende Progreſſion:

Merkur	4	= 4 × 2	Mill. M.	= 8	Mill.; wirkl. Entf.	8 Mill.
Venus	4 + (1.3)	= 7 × 2	= =	= 14	= = =	15 =
Erde	4 + (2.3)	= 10 × 2	= =	= 20	= = =	20⅔ =
Mars	4 + (4.3)	= 16 × 2	= =	= 32	= = =	31½ =
Jupiter	4 + (16.3)	= 52 × 2	= =	= 104	= = =	107½ =
Saturn	4 + (32.3)	= 100 × 2	= =	= 200	= = =	197⅛ =

Daraus zog der Berliner Aſtronom Bode ſchon 1772 den zuverſichtlichen Schluß, daß in der offenbaren Lücke der Progreſſion zwiſchen Mars und Jupiter ſich irgend etwas zur Ausfüllung derſelben finden müſſe; aber, ungeachtet der im Jahre 1781 von Herſchel entdeckte Planet Uranus jene Progreſſion beſtätigte, ſo verging doch das Jahrhundert, ohne die Lücke derſelben ausgefüllt zu ſehen.

Doch gerade mit dem Anfange des neuen Jahrhunderts ward Bode's Vermuthung zur Wirklichkeit. Denn am 1. Januar 1801 erblickte Piazzi in Palermo im Sternbilde des Widders einen kleinen Stern mit merklicher eigener Bewegung, den er anfangs für einen Kometen hielt. Durch ungünſtige Witterung und eine gefährliche Krankheit an der Fortſetzung der Beobachtungen gehindert, theilte er die Nachricht Bode mit, der darin den zwiſchen Mars und Jupiter vermutheten Planeten zu finden glaubte, wel=

ches auch durch des Hrn. Prof. Gauß genaue Unterſuchungen beſtätigt iſt. Er erhielt den Namen **Ceres**.

Bald darauf, am 28. März 1802, entdeckte Olbers in Bremen die **Pallas**, am 1. Sept. 1804 Harding in Lilienthal die **Juno**, am 29. März 1807 abermals Olbers die **Veſta**, und die Beobachtungen ergaben, daß dieſe 4 teleſkopiſchen Planeten gewiſſermaßen als ein Ganzes betrachtet werden können, weil ſie in ihren meiſtens ſehr excentriſchen und ſtark geneigten Bahnen einen wenig verſchiedenen mittlern Abſtand von der Sonne haben. Einige haben daher in ihnen die Trümmer eines auseinander gegangenen größern Planeten, Andere faſt gleichzeitige Ablöſungen von dem noch in der Verdichtung begriffenen Sonnenkörper zu finden geglaubt.

Der **mittlere Abſtand** beträgt nämlich bei Veſta 49, bei Juno 55, bei Ceres 57 und bei Pallas etwas mehr als 57 Millionen Meilen; aber ſowohl in der Neigung ihrer Bahnen, als auch in der Excentricität, weichen ſie ſehr von einander ab. Die **Neigung** der Veſta, als die geringſte, fällt mit 7°,7′ gegen die Ekliptik zwiſchen den Ebenen der Merkursbahn und des Sonnen-Aequators, über welche letztere Ceres mit 10°,37′, Juno mit 13°,4′ und Pallas ſogar mit 34°,35′ Abweichung von der Ekliptik ſich erheben, letztere alſo in dieſer Hinſicht kometenartig wird, jedoch von der Ebene des Sonnen-Aequators nur 27° abweicht. Eben ſo verſchieden iſt auch die **Excentricität**. Bei der Ceres iſt ſie nicht viel größer, als bei den drei äußern Planeten, nämlich $\frac{1}{23}$ der halben großen Axe, aber bei der Veſta kommt ſie mit $\frac{2}{11}$ dem Merkur ſehr nahe, Juno und Pallas aber übertreffen denſelben bedeutend, indem bei beiden ihr Brennpunkt um $\frac{1}{4}$ der halben großen Axe von dem Mittelpunkte der letztern entfernt iſt.

Die **Perihele** derſelben liegen faſt 200 Grade auseinander. Bei der Juno liegt es 20° rückwärts vom Merkur, Pallas ſtimmt faſt mit der Venus überein und bei der Ceres liegt es nur 23° weiter vorwärts, aber bei der Veſta liegt es in 249° der Länge.

Der **Ort des aufſteigenden Knotens** findet ſich bei Ceres 5° und bei Veſta 28° weiter vorwärts als bei Venus; aber bei Juno erſt unter 170° und bei Pallas unter 172° der Länge. Dieſe beiden weichen darin alſo ſo weit von allen übrigen Planeten ab, daß ſie mit dem größeſten Theile ihrer Bahnebenen ſich eben da über die Erdbahn erheben, wo die andern unter ihr liegen.

Ihre geringen **Durchmeſſer** haben bei ihrer großen Entfernung von der Erde, die unter den ſeltenen günſtigen Umſtänden noch zwiſchen 23 und 31 Mill. Meilen beträgt, noch nicht genau beſtimmt werden können; nur bei Pallas iſt er mit einiger Sicherheit zu 154 Meilen berechnet worden, wonach er nur $\frac{1}{3}$ unſeres Mondes ausmachen würde.

Das **Sonnenlicht** hat durchſchnittlich auf dieſen Planeten ungefähr

nur $1/7$ der Stärke, wie bei uns, aber die große Excentricität der meiſten von ihnen bringt darin eine große Verſchiedenheit hervor. Auf der Juno und Pallas iſt es abwechſelnd zwiſchen $3 3/4$ und 11 Mal ſchwächer als auf der Erde.

Die Nähe Jupiter's verurſacht bei allen dieſen Planeten große Störungen auf ihren Bahnen, doch ſind dieſe nebſt den ſäcularen Aenderungen noch nicht ſämmtlich hinreichend bekannt.

9. Jupiter.

Der mittlere Abſtand Jupiter's, dieſes größeſten aller Planeten, beträgt $107 1/2$ Mill. Meilen, und ſein Umlauf um die Sonne $11 5/6$, alſo faſt 12 Erdenjahre; ſein tropiſches Jahr iſt aber ſchon faſt 2 Tage kürzer als das ſideriſche. Seine mittlere Geſchwindigkeit auf ſeiner Bahn iſt nur nahe $3/7$ derjenigen, mit welcher ſich die Erde bewegt. Seine Excentricität beträgt nahe $1/21$ der halben großen Axe, iſt alſo faſt 3 Mal ſo groß, als bei der Erde, auch bewirkt ſie einen Unterſchied des Sonnenabſtandes von 10 Mill. M., und der Lichtſtärke von $1/5$.

Auch bei ihm, wie beim Mars und der Erde, iſt der längſte Tag der Nord-Halbkugel nicht weit vom Aphel, daher deren Sommer länger und kühler, der Winter hingegen kürzer und milder, als auf der Südhälfte. Zwar kann der Unterſchied der Jahreszeiten nicht ſo merklich ſein, als auf der Erde, weil die Rotations-Axe, deren Umdrehung nur 9 Stunden 55 Min. $26 1/2$ Sec. dauert, nur $3 1/10$ Gr. von der ſenkrechten Richtung gegen die Bahn abweicht, alſo der Unterſchied der Sonnenhöhe im Sommer und Winter nur $6 1/5$ Gr. beträgt; aber um ſo mehr wird ſich wahrſcheinlich der Einfluß der Sonnennähe und Sonnenferne auf die Temperatur bemerklich machen. Die Solſtitiallinie fällt faſt mit der Knotenlinie des Mars und Merkur, die Knotenlinie Jupiter's aber faſt mit der großen Axe der Erdbahn zuſammen. Steht er im Anfange unſeres Mai in Oppoſition gegen die Erde, ſo hat er nordwärts ſeinen längſten, und im Anfange Novembers ſeinen kürzeſten Tag, im Anfange Februars ſein Frühlings-, und Anfangs Auguſts ſein Herbſt-Aequinoctium. Am nächſten aber iſt er uns, wenn ſeine Oppoſition in den Anfang Octobers fällt, denn dann iſt er in ſeinem Perihel, die Erde aber ungefähr im mittlern Sonnenabſtande. Dann wird er nämlich um $1/8$ im Durchmeſſer, oder um $1/3$ in der Fläche größer geſehen, als er bei einer Oppoſition zu Anfange Aprils uns erſcheint.

Da der ungeheure Umfang ſeines Aequators, deſſen Durchmeſſer 20018 Meilen beträgt, faſt 12 Mal ſo groß iſt, wie bei der Erde, und ſich in weniger als 10 Stunden um ſeine Axe dreht: ſo entſteht eine Schwungkraft deſſelben, die 29 Mal ſo ſtark iſt, als auf unſerm Aequator, und dieſe läßt eine ſehr ſtarke Abplattung an den Polen

vermuthen, der auch die Beobachtung vollkommen entſpricht. Sie beträgt nämlich 1/14 des Aequatorial-Durchmeſſers von 20018 Meilen, und im Ganzen 1494, folglich an jedem Pole 747 Meilen. Beide Urſachen, nämlich ſowohl jene ſtarke Schwungkraft als die größere Entfernung des Aequators vom Mittelpunkte Jupiter's, wirken vereinigt dahin, die Schwere auf dem Aequator weit geringer zu machen, als an den Polen, ſo daß 100 Pfund Erdengewicht, welche auf dem Jupiter-Aequator einen Druck von 217 Pfund ausüben, an den Polen nur mit einer Anſtrengung gehoben werden können, welche auf der Erde zu 283 Pfund erfordert wird. Daher iſt auch die Fallhöhe der erſten Secunde, welche auf dem Aequator 32½ par. Fuß beträgt, an den Polen 40⅘ Fuß. Sie würde aber nebſt der Schwere an beiden Stellen viel größer ſein, wenn Jupiter und Erde gleiche Dichtigkeit hätten; aber das ſpecifiſche Gewicht des erſten beträgt durchſchnittlich nicht viel mehr als ⅕ dieſes Gewichts der Erde, und iſt an der Oberfläche dem Eichenholze vergleichbar.

Eben wegen dieſer geringen Dichtigkeit der Oberfläche laſſen ſich dort keine ſolche oceaniſche Flüſſigkeiten erwarten, welche die Dichtigkeit unſers Waſſers hätten, denn dadurch würde das Gleichgewicht geſtört werden. Aber eine ſehr dichte Atmoſphäre ſcheint Jupiter zu haben. Darauf ſcheinen auch die Streifen hinzudeuten, welche auf Weiland's Sonnenſyſteme, aber weit genauer nach den eigenen ſorgfältigen Beobachtungen des Prof. Mädler in deſſen Pop. Aſtron., abgebildet ſind. Sie ſind nicht, wie die Flecken des Mars, beſtändig, ſondern wie unſere Wolken veränderlich, doch weit weniger wie dieſe, indem manche derſelben Wochen und Monate dauern. Auch iſt es wegen der geringen Verſchiedenheit der Jahreszeiten und der langen Dauer derſelben wahrſcheinlich, daß die atmoſphäriſchen Zuſtände weit dauernder ſind als bei uns. Gewöhnlich ſind die beiden Pole mit dunklen Zonen bedeckt, und zwei breite dunkle Streifen laufen parallel mit dem Aequator, aber in verſchiedenem Abſtande von demſelben; zwiſchen dieſen und den Polen finden ſich zuweilen ſchmalere und kürzere Streifen, bald fehlen dieſelben. Bei den Verſuchen, ſie zu erklären, hat man darauf hingewieſen, daß die tropiſchen Regen ähnliche Erſcheinungen für den Anblick der Erde von außen verurſachen würden. Die ſchnelle Bewegung derſelben, welche Schröter einmal wahrzunehmen glaubte, und aus welchen er auf Stürme von 100 Mal größerer Geſchwindigkeit als bei den Orcanen der Erde ſchloß, iſt ſonſt nicht wahrgenommen, und bedarf daher der Beſtätigung. Feſte Theile der Oberfläche konnten bisher nicht erkannt werden, und die dichte Atmoſphäre wird dieſes auch künftig ſchwerlich erlauben.

10. Saturn.

Obgleich die Monde, von denen die Erde einen, Jupiter 4, Saturn 7 beſitzt, beim Uranus aber bisher 6 entdeckt ſind, nicht hieher gehören,

weil ſie in dem folgenden Kapitel beſonders betrachtet werden ſollen; ſo kann doch das Ringſyſtem des Saturn, welches den Planeten in der Ebene ſeines Aequators frei umſchwebt, ſchon hier nicht ganz unerwähnt bleiben, weil Saturn ſich dadurch von allen andern Planeten unterſcheidet und daſſelbe auf manche ſeiner Verhältniſſe einen bedeutenden Einfluß hat; doch wird das Nähere erſt an gedachtem Orte zu erläutern ſein.

Saturn kommt an Größe dem Jupiter nahe, indem ſein Aequatorial-Durchmeſſer 16305 Meilen, alſo reichlich $^4/_5$ des Jupiters-Durchmeſſers enthält. Er bewegt ſich in einem Sonnen-Abſtande von $197^1/_8$ Mill. Meilen, und zwar in einer ſideriſchen Umlaufszeit von nahe $29^3/_7$ unſerer Jahre um die Sonne, aber nur mit $^1/_3$ der Geſchwindigkeit, welche die Erde hat. Sein tropiſches Jahr iſt aber $12^1/_4$ Tage kürzer als das ſideriſche. Seine Excentricität iſt noch etwas größer als Jupiter's, nämlich $^1/_{18}$ ſeiner halben großen Axe, wodurch ſein Perihel der Sonne um 22 Mill. M. (folglich faſt 2 Mill. mehr als der Halbmeſſer der Erdbahn) näher kommt, als ſein Aphel. Daher vermindert ſich auf ihm der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne, der im Perihel 3 Min. 31 Sec. (reichlich $^1/_9$ ihres Durchmeſſers auf der Erde) beträgt, im Aphel um 18 Sec., und die erleuchtende und erwärmende Kraft derſelben um $^1/_6$. Dieſes Perihel liegt in 89° der Ekliptik, ſtimmt alſo faſt mit dem kürzeſten Tage der Erde überein, und der kürzeſte Tag Saturn's liegt etwas mehr rückwärts als bei dieſer, nämlich unter 75°. In beiden Rückſichten weichen alſo Saturn und Erde wenig von einander ab, folglich auch eben ſo wenig in Anſehung des längſten Tages und der Aequinoctien. Daher zeigen uns diejenigen Oppoſitionen Saturn's, welche $^1/_2$ Monat vor den Quartalen der Erde fallen, die nämlichen Quartale auf dem Saturn, und wir werden bei jeder Oppoſition Saturn's im Anfange Decembers den Ring um den Südpol und im Anfange Junis um den Nordpol am weiteſten geöffnet erblicken, wogegen bei einer Oppoſition im Anfange des März und Septembers der Ring ſich in eine grade Linie verwandelt, oder vielmehr ganz unſichtbar wird, wie dieſes durch eine Vergleichung der Erdbahn auf der graphiſchen Darſtellung mit den Zeichen auf der Einfaſſung ſehr anſchaulich wird. Da nun auch beim Saturn, eben wie bei der Erde, beim Mars und (obgleich nicht in gleichem Grade) beim Jupiter, der kürzeſte Tag der Nord-Hemiſphäre in der Nähe des Perihels liegt, ſo muß auch hier der Winter kürzer und milder, der Sommer hingegen länger und kühler ſein, als auf der Südhälfte; doch nur halb ſo ſehr als auf dem Mars, weil deſſen größere Excentricität die Kraft der Sonne im Aphel um $^1/_3$ ſchwächt, während ſie auf dem Saturn nur $^1/_6$ vermindert wird. Da ſie nun in der mittlern Entfernung $^1/_{91}$ der Stärke hat, die ſie auf der Erde beſitzt, ſo vermehrt ſie ſich im Perihel bis zu $^1/_{83}$ und geht im Aphel bis zu $^1/_{99}$ zurück.

Die Folgen davon müſſen aber auf dem Saturn um ſo merklicher werden, theils wegen der Länge ſeiner Umlaufszeit, theils wegen der ſchiefen Axenſtellung, deren Abweichung von den Vertikalen zwar nicht ſo groß iſt, als beim Mars, aber doch 26⅘ Grad beträgt, und daher 3³⁄₁₀ Grad mehr enthält als die Erde. Deswegen muß nämlich jede Jahreszeit durchſchnittlich 7⁵⁄₁₃ unſerer Jahre dauern, und die gemäßigte Zone auf 36⅔ Grade beſchränkt ſein. Nimmt man nun dazu die Größe des Planeten, nach welcher jeder Grad 142 geogr. Meilen beträgt; ſo muß der Unterſchied der Temperatur in den verſchiedenen Jahreszeiten eine außerordentliche Höhe erreichen. Dazu kommen endlich auch noch die nachtheiligen Folgen der Abplattung, die ¹⁄₁₀ des Durchmeſſers beträgt, und des Ringſyſtems für die Winterſeite, wodurch dieſe zwiſchen 1½ und 10 Jahren alles Sonnenlichts beraubt wird.

Daß die Abplattung noch ſtärker iſt als beim Jupiter, muß anfangs befremden, weil die Urſache, welche dieſelbe bei allen übrigen Planeten bewirkt, beim Saturn in geringerem Grade vorhanden iſt, als beim Jupiter. Denn die Schwungkraft ſeines Aequators kann nicht ſo groß ſein, theils weil ſeine Rotationszeit (10 St. 29 Min.) faſt ⅔ Stunde (39 Min.) länger, theils weil der Umfang ſeines Aequators um ⅕ kleiner iſt. Aber beim Saturn geſellt ſich zu der allgemeinen Urſache noch eine beſondere, die beim Jupiter nicht ſtattfindet. Dieſes iſt die den ganzen Aequator umgebende Attraction des Ringes, die denſelben weit mehr emportreiben mußte, als die bloße Schwungkraft dieſes hätte bewirken können.

Die weit größere Abplattung hat denn auch, da auf den verſchiedenen Punkten eines Weltkörpers die Schwere ſich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunkte verhält, die Folge, daß der Unterſchied der Schwere am Pole und Aequator ungeachtet der geringeren Schwungkraft bedeutend größer iſt, als auf dem Jupiter. Auf dieſem iſt das Verhältniß nach der obigen Angabe faſt wie 4 : 3, auf dem Saturn hingegen nahe wie 2 : 1; denn hier wirken 100 Pfund Erdengewicht mit einem Drucke, der am Pole 137, am Aequator nur 75 Pfunden gleich kommt. Daß aber auch unter dem Aequator die Schwere ſo unverhältnißmäßig gering gegen die Größe des Planeten iſt, rührt daher, daß er nur halb ſo dicht als Jupiter iſt, indem ſeine Dichtigkeit nur ¹⁄₁₀ der Erd-Dichtigkeit beträgt, alſo im Ganzen dem Erlenholze, an der Oberfläche aber dem Korkholze in dieſer Hinſicht zu vergleichen iſt.

Mit Ausnahme der Juno und Pallas liegt der aufſteigende Knoten Saturn's weiter vorwärts in der Ekliptik, als es ſich bei allen übrigen Planeten findet, nämlich in 112°. Die Neigung ſeiner Bahn, wie der übrigen äußern Planeten, nähert ſich der Erdbahn noch mehr als die Marsbahn. Von der Erdbahn weicht ſie nämlich 1°,33′, Jupiter 1°,18′, Uranus aber (jedoch nach der entgegengeſetzten Seite) nur 0°,46′ ab.

Die große Entfernung Saturn's von der Erde (die kleinſte iſt noch 165⅕ Mill. M.) läßt ſeinen größeſten ſcheinbaren Durchmeſſer unter einem Sehwinkel von nur 19 Sec. erblicken, daher eine Bogen-Secunde auf ſeiner Oberfläche einer Ausdehnung von mehr als 800 Meilen entſpricht. Daher werden ſogar in ſtarken Fernröhren die Meſſungen äußerſt ſchwierig und laſſen keine große Genauigkeit zu; auch die Dicke des Ringes, welche, nach Prof. Beſſel's Berechnungen aus den Störungen des ſechſten Mondes, nur 30 Meilen beträgt, hat nicht durch Meſſungen gefunden werden können, und eben ſo wenig der Durchmeſſer der Monde. Indeß hat man auf dem Aequator einen grauen, rings um die Kugel ſich erſtreckenden Streifen wahrgenommen, der nach den Rändern unbeſtimmt abfällt, aber durch einige fleckenartige Verdeckungen Gelegenheit gegeben hat, die Rotationszeit zu erkennen. Dieſer Streifen ſcheint mit einer Trübung der innern Ring-Kante in Verbindung zu ſtehen und in der gegenſeitigen Anziehung des Planeten und Ringes ſeinen Grund zu haben.

11. Uranus.

Der entfernteſte aller bis jetzt bekannten Planeten unſers Sonnen-Syſtems ward erſt am 13. März 1781 von Herſchel entdeckt, der ihn den Georgsſtern nennen wollte, doch hat der von Bode vorgeſchlagene Name Uranus (als Vater Saturn's ſo wie dieſer ein Vater Jupiter's) im Allgemeinen die Oberhand erhalten. Sein mittler Abſtand von der Sonne beträgt 397, ſein kleinſter 378, ſein größeſter 415, alſo ſeine Excentricität 37 Mill. Meilen, oder eben wie beim Jupiter $\frac{1}{21}$ ſeiner halben großen Axe. Geſehen war er ſchon früher, aber für einen Fixſtern gehalten, und dieſe frühern Wahrnehmungen, verbunden mit den ſpätern Beobachtungen haben es möglich gemacht, ſeine ſideriſche Umlaufszeit von 84 Jahren und 5 Tagen zu beſtimmen, bevor ſie ſeit der Entdeckung noch ein einziges Mal abgelaufen iſt. Von ſeiner Rotationszeit weiß man noch nichts, weil bis jetzt keine Flecken auf ihm wahrgenommen werden konnten; aber über ſeine Axenſtellung läßt ſich kaum zweifeln, weil, mit alleiniger Ausnahme des ſiebenten Saturns-Mondes, ſämmtliche Trabanten der äußern Planeten ſich nahe in der Ebene des Planeten-Aequators bewegen. Da nun die Bahnen der Uranus-Trabanten faſt vertikal auf ſeiner Bahn ſtehen, ſo läßt ſich mit großer Sicherheit ſchließen, daß ſeine Rotations-Axe faſt in ſeiner Bahn liege, oder vielmehr unter derſelben, weil die rückläufige Bewegung darauf hindeutet. Denn, wenn man auf dem horizontalen Aequator einer Kugel oder auf dem Rande einer Scheibe die mit der Umlaufs-Richtung übereinſtimmende Drehung (alſo links herum) für den Mittelpunkt der nördlichen Oberfläche durch ein Zeichen (z. B. einen Pfeil) kenntlich macht, und dann die äußere Seite (nach der Bahn zu) ſo weit aufrichtet, daß

der vorige Nordpol an der entgegengeſetzten Seite unter der Bahn zu liegen kommt, ſo wird man ſich durch den Augenſchein überzeugen, daß die nämliche Drehung in die entgegengeſetzte Richtung umgeſchlagen iſt. Daher bezeichnet man die Neigung des Uranus-Aequators gegen ſeine Bahn mit 99⅔ Graden, wodurch angedeutet wird, daß der der Umlaufs-Richtung entſprechende Pol, welcher bei den andern Planeten der Nordpol iſt, beim Uranus 9⅔ Grade ſüdlich unter der Bahn liege, wie aus der Darſtellung des Uranus und ſeiner 6 Monde auf der folgenden vierten Tafel deutlich zu erſehen iſt.

Durch dieſe abweichende Axenſtellung entſtehen nun für die 4 Jahreszeiten, deren jede auf dem Uranus 21 unſerer Jahre dauert, die ſeltſamen Folgen, auf welche ſchon oben bei der Venus hingewieſen iſt, weil man, obgleich ſehr problematiſch, ihrer Axe eine ähnliche, jedoch noch über der Erdbahn bleibende Lage des Pols zuſchreibt. Auf dem Uranus liegen die Wendekreiſe unter 80⅓ Gr. Uranusbreite, alſo nur 9⅔ Gr. von den Polen. Aber für den Raum zwiſchen denſelben würde der Name der heißen Zone durchaus nicht paſſen. Alle Gegenden ſeiner Oberfläche liegen bald in der heißen, bald in der kalten Zone, obgleich die Veränderungen unter ſeinem Aequator weniger groß und anhaltend ſind, als unter den Polen. Denn am längſten Tage des Nordpols dreht ſich, 10° vom Scheitelpunkte, die Sonne rund um den Pol herum, und geht 37 Jahre lang gar nicht, und in den übrigen 5 Jahren einen Theil der Rotationszeit unter, bis ſie beim vertikalen Stande der Sonne über dem Aequator in dem Herbſt-Aequinoctium gänzlich verſchwindet, und dann bis zur Wiederkehr der Sonne im Frühlings-Aequinoctium 42 Jahre lang ganz unſichtbar bleibt. Die Pole ſtehen alſo während eines halben Uranusjahres theils in der heißen, theils in den verſchiedenen Stufen der gemäßigten, aber während des ganzen Winterſemeſters von 42 Jahren in der kalten von keinem Sonnenſtrahle erhellten Zone. Der Aequator hingegen befindet ſich bei jedem Aequinoctium in der heißen, dann aber auf verſchiedenen Stufen der gemäßigten Zone, doch hat er bei jedem Solſtitium einen Winter, in welchem die Sonne ihm kaum ſo hoch ſteht, als ſie bei uns im Winter in Edinburg, Wiborg, Carlskrona und Moskow geſehen wird.

Der größeſte ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne beträgt aber auf ihm nur 1⅔ Minuten, iſt alſo nur 2½ Mal ſo groß, als wir den Jupiter ſehen, aber ihr Glanz iſt ſicher mehr als 200 Mal ſo ſtark, als der, den Jupiter für uns hat, obgleich er nur 1/368 deſſen beträgt, was die Sonne uns darbietet. Da er in der Excentricität ſeiner Bahn (1/21 der halben großen Axe) dem Jupiter gleichkommt, folglich die mittlere Lichtſtärke der Sonne im Perihel um 1/10 zunimmt und im Aphel eben ſo viel verliert, ſo ſchwankt die wärmende und erleuchtende Kraft der Sonne auf ihm zwiſchen 1/331 und 1/405. Seine mittlere Geſchwindigkeit auf der Bahn iſt nur 1/7 derjenigen, die Merkur hat, nämlich 9/10 Meile in

der Secunde; doch übertrifft ſie, wie ſchon oben erwähnt iſt, noch 15 Mal eine Kanonenkugel, welche 1500 Par. Fuß in der erſten Secunde geht.

Sein ſcheinbarer geocentriſcher Durchmeſſer von 3,9 B.-Sec. führt auf einen wirklichen Durchmeſſer von 7466 Meilen. Da ſeine mittlern Entfernungen ſpäter von Lamont beträchtlich geringer gefunden ſind, als früher von Herſchel, ſo iſt die Maſſe von 19,8 Erdmaſſen auf 14,4 und ſeine Dichtigkeit von 0,24 auf 0,17 geſunken, ſo daß ſie jetzt nahe ⅙ der Dichtigkeit der Erde beträgt, folglich zwiſchen Saturn und Jupiter ſteht, und mit friſchem Ahornholze zu vergleichen iſt.

Doch wird die ungeheure Entfernung des Planeten und ſeiner Monde ſtets ein großes Hinderniß genauer Wahrnehmungen bleiben, obgleich des Lords Roß neues Rieſen-Teleſkop von 6 Fuß Durchmeſſer manche neue Entdeckungen und Berichtigungen hoffen läßt. In Herſchel's Teleſkopen erſchien Uranus ſtets als ein matt erleuchtetes Scheibchen ohne Streifen und Flecke, daher es kein Mittel zur Beſtimmung ſeiner Rotation darbot; doch glaubte er eine Abplattung wahrgenommen zu haben, die auf eine ziemlich ſchnelle Rotation hindeutete.

Fünfte Abtheilung. E.

Anleitung zur Auffindung und Betrachtung der Planeten am Himmel.

Die Liebhaber der Sternkunde, für welche dieſe Erleichterung derſelben beſtimmt iſt, werden ſich ſchwerlich damit befaſſen können und wollen, den Ort der Planeten am Himmel durch eigene Berechnungen zu beſtimmen. Dieſes überlaſſen ſie mit Recht den wiſſenſchaftlichen Aſtronomen, und wünſchen nur, nach deren Angaben, wie ſie in den aſtronomiſchen Ephemeriden und in gut eingerichteten Kalendern enthalten ſind, den Ort am Himmel aufzufinden, wo ſie mit den ihnen etwa zugänglichen Inſtrumenten die ihnen intereſſanten Beobachtungen anſtellen können, und die Verhältniſſe zu wiſſen, in denen ſie dort die Planeten antreffen werden. Dazu dürfte ihnen die folgende kürze Anleitung nicht unwillkommen ſein.

In den **aſtronomiſchen Ephemeriden**, wie ſie z. B. zu Anfange jedes Jahrgangs von Schumacher's Jahrbuch enthalten ſind, findet man neben jedem Monats-Tage

1) von der Sonne den Aufgang, den Untergang, die Sternzeit im mittlern Mittage (d. h. im Mittage nach mittler Zeit); ferner ihre Abweichung (d. h. ihre nördliche (+) oder ſüdliche (—) Entfer-

nung vom Himmels=Aequator) oder ihre Declination, aus welcher ſich ihre Höhe über dem Horizonte nach der Breite des Beobachtungsortes finden läßt. Dieſe Declination der Sonne iſt überall auf der Erde in den Aequinoctien = 0, in den Solſtitien 23°,28′; in den Zwiſchenzeiten befindet ſie ſich zwiſchen dieſen beiden Extremen, und die beſtimmte Größe der dazwiſchen liegenden Declination giebt die Ephemeride (den Tagesbericht) bei jedem Tage an. Da ſie nun unter 50 Br. in den Aequinoctien Mittags 90 — 50° = 40° ± 0° (d. h. nördlich oder ſüdlich vom Aequator) über dem Horizonte ſteht, ſo iſt am längſten Tage 40° + 23°,28′ alſo 63°,28′, am kürzeſten aber 40° — 23°,28′ oder 16°,32′ ihre Höhe über dem Horizonte. Will man alſo die Sonnenhöhe z. B. am 20. Auguſt wiſſen, ſo erhält man 40° + 12°,33′ = 52°,33′, und am erſten Februar 40° — 17°,9′ = 22°,51′. — Endlich iſt für die Sonne auch noch eine Columne beſtimmt, welche die mittlere Zeit im wahren Mittage angiebt. Findet ſich z. B. zur Zeit der höchſten Abweichung der mittlern Zeit von der Sonnenzeit am 2. Novbr. die Zahl 11ʰ,43′43″, ſo heißt dieſes, daß die mittlere Uhr auf dieſe Zeit zeigt, wenn die Sonne ſchon im Meridian ſteht, alſo der Schatten des Sonnenzeigers auf XII. fällt, daß alſo die mittlere Uhr dann um 16 Min. und 17 Sec. ſpäter geht, alſo die Sonnenuhr.

2. Für den **Mond** findet man das Mondsalter, d. h. die Zahl der Tage, welche ſeit dem Neumonde verfloſſen ſind, ferner die Zeit, wenn der Mond im Ortsmeridian ſteht, und die Zeit ſeines Unterganges nach dem Neumonde, ſo wie ſeines Aufganges nach dem Vollmonde.

3. Für die **Planeten** Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn und Uranus ſind Aufgang, Culmination und Untergang von 10 zu 10 Tagen, nämlich am erſten, 11. und 21. jedes Monats, angegeben. Wenn man dieſe Zeiten mit den Wahrnehmungen am Himmel vergleicht, ſo wird man ſich um ſo weniger irren können, weil theils ihr Ort auf den Thierkreis beſchränkt iſt, theils entweder ihre ſcheinbare Größe oder ihr ruhigeres Licht ſie leicht von den Fixſternen unterſcheiden läßt.

Doch auch diejenigen, denen keine Ephemeriden für das laufende Jahr zur Hand ſind, können ſich leicht durch gut eingerichtete **Kalender** helfen, denn in dieſen finden ſie eine Menge von Bezeichnungen, welche ihnen die nöthigen Fingerzeige geben, wenn ſie dieſelben nur zu deuten wiſſen. Dahin gehört zunächſt das Zeichen der Conjunction (☌) für das Zuſammentreten zweier oder mehrerer Planeten zu einander oder zum Monde. Finden ſie alſo z. B. die Bezeichnung ♃ ☌ ☾, ſo bedeutet dieſelbe, daß Jupiter nahe beim Monde ſtehe, daß alſo der Planet, den ſie am Abende des daneben ſtehenden Monatstages finden, kein anderer als eben Jupiter ſein könne. Finden ſie das nämliche Zeichen bei der Sonne, z. B. ♄ ☌ ☉, ſo ſehen ſie daraus, daß Saturn in der Conjunction mit der Sonne ſtehe, alſo unſichtbar ſei. Iſt die Conjunction von ♀ oder ☿ mit dem Monde

zwiſchen dem Neumonde und erſten Viertel, ſo ſind ſie Morgenſterne, dagegen Abendſterne, wenn ſie zwiſchen dem letzten Viertel und dem Neumonde ſtehen. Denn da der Mond ſideriſch an jedem Tage durchſchnittlich 13⅙ Grade am Himmel gegen Oſten zurückzugehen ſcheint, und die größeſte Elongation der Venus nicht über 48° hinausgeht, ſo kann deren Conjunction ſich nicht weiter als bis zum fünften Tage diesſeits oder jenſeits des Neumonds erſtrecken, beim Merkur aber nur bis zum dritten Tage. Die äußern Planeten aber mit Einſchluß des Mars können zu jeder Monds-Phaſe in Conjunction treten, und werden durch dieſe Conjunction ſo deutlich bezeichnet, daß auch der erſte Anfänger ſie nicht mit einander verwechſeln kann.

Weit ſeltner (denn natürlich nur nach jedem ſynodiſchen Umlaufe eines Planeten) kommt das Zeichen der Oppoſtion (☍ ☉) vor, und ſo nützlich jenes für das Erkennen iſt, ſo wichtig iſt dieſes für eine zweckmäßige Beobachtung, zumal mit ſolchen Inſtrumenten, wie ſie zur Dispoſition der Liebhaber zu ſtehen pflegen. Wenn z. B. in dem Jahre 1845 am 8. Auguſt eine ♄ ☍ ☉ angekündigt iſt, ſo ergiebt die graphiſche Darſtellung, daß dieſe Oppoſition Saturn's nicht beſonders günſtig für die Betrachtung ſei. Sie lehrt nämlich, daß Saturn erſt ſieben Wochen vorher ſein Aphel paſſirt hat, alſo von der Erde nahe 20 Millionen weiter entfernt iſt, als wenn die Oppoſition in die Zeit unſers kürzeſten Tages fiele; daß aber auch ſein Ring nur wenig geöffnet erſcheint, weil der Planet ſich nur etwa 22° von ſeinem Herbſt-Aequinoctium befindet, daß er aber, weil er jährlich um etwa 12° vorrückt, im nächſten Jahre noch weniger von ſeinem Ringe zeigen und im zweiten ihn ganz unſichtbar machen werde. Erſt nach 8 bis 9 Jahren erfolgen vorzüglich günſtige Oppoſitionen, wo er uns in ſeinem Perihel den Südpol zuwendet und ſeinen Ring möglichſt geöffnet zeigt.

Ganz entgegengeſetzt verhält es ſich mit dem Mars, deſſen Oppoſition (♂ ☍ ☉) auf den 19. des nämlichen Monats angezeigt iſt. Dieſer iſt dann ſeinem Perihel ſehr nahe, alſo von der Erde nur etwa 8 Millionen Meilen entfernt, ſtatt daß eine Oppoſition zu Ausgange unſers Februars ſeine Entfernung auf nahe 14 Mill. Meilen bringt. Dabei iſt er nicht ſehr weit vom Sommer-Solſtitium ſeiner Süd-Halbkugel. Man überſieht alſo dieſe bis gegen 28° über den Südpol hinaus, und wird die Schnee-Zone noch dieſſeits der von Prof. Mädler bezeichneten Sommer-Grenze finden.

Auch Jupiter, deſſen Oppoſition 2 Monate ſpäter, am 29. October, erfolgt, ſteht dann für die Betrachtung ſehr günſtig. Er befindet ſich nur etwa 43° jenſeits ſeines Perihels, und nahe vor dem kürzeſten Tage ſeiner Nordhälfte. Man ſieht alſo auch bei ihm über den Süd-Pol hinweg, doch wegen ſeiner faſt ſenkrechten Stellung auf der Bahn nur zwiſchen 2 und 3 Grade.

Uranus iſt für die Inſtrumente der meiſten Liebhaber viel zu ſchwach, als daß die Betrachtung deſſelben für ſie von Erfolg ſein könnte und eben ſo die 4 kleinen mittleren Planeten. Auch die Quadraturen (□) der äußern Planeten können kein großes Intereſſe für ſie haben, weil in denſelben die meiſten Planeten ſchon zu weit entfernt ſind, als daß ſie für die Beobachtung mit ſchwächeren Inſtrumenten geeignet wären.

Fünftes Kapitel.

Erklärung der Trabanten=Bahnen in unſerm Sonnen=Syſteme, nach den Durchſchnitts=Zeichnungen Tafel IV.

Die Grundriſſe der Trabanten=Bahnen, welche auf den Sonnen=Syſtemen, z. B. auf der rechten Seite des Weilandſchen, nach einem größern hinzugefügten Maßſtabe und in den ihnen zukommenden Verhältniſſen ſich finden, ſind allerdings geeignet, den Liebhabern die Zahl derſelben und die verhältnißmäßigen Entfernungen vom Hauptplaneten deutlich zu machen. Aber gerade die wichtigſten aſtronomiſchen Verhältniſſe der Trabanten, die Lage ihrer Bahnen, ſowohl gegen den Aequator als gegen die Bahnebenen der Planeten, und die wichtigen Folgen, von denen eben dieſe Lage beſonders für die Finſterniſſe, welche die Trabanten verurſachen und erleiden, begleitet iſt, laſſen ſich in Grundriſſen nicht zur Anſchauung bringen. Daher ſchien es mir zur Erleichterung der Sternkunde für die Liebhaber unerläßlich nöthig, die 4 Trabanten=Syſteme: der Erde, Jupiter's, Saturn's und des Uranus, in Durchſchnitts=Zeichnungen ihnen vor Augen zu ſtellen, und dieſelben durch einige Worte zu erläutern.

Erſte Abtheilung. A.

Erläuterung der Conſtruction von Tafel IV. überhaupt.

Um die verſchiedenen Trabanten=Syſteme gehörig zu ſondern, und doch zugleich den für einen hinreichend deutlichen gemeinſchaftlichen Maßſtab erforderlichen Raum möglichſt zu beſchränken, theilte ich die einfache, einem Bücherbrette ähnliche Einfaſſung in vier Haupträume, in

deren unterſtem ich die Syſteme des Saturn und Uranus vereinigen mußte, weil ich bei der abgeſonderten Darſtellung des letzten wegen der durchaus abweichenden Lage ſeiner Trabanten-Bahnen viel Platz verloren hätte, der bei der Vereinigung ſich zu 2 ſehr nöthigen Neben-Darſtellungen der Saturns-Verhältniſſe zweckmäßig benutzen ließ.

Der erſte jener Räume war für die Erde mit ihrem Monde beſtimmt. Weil aber die für den allgemeinen Maßſtab nöthige Kleinheit noch einen bedeutenden Theil der ganzen Länge entbehrlich machte, ſo benutzte ich denſelben vermittelſt einer verticalen Abtheilung zu einer Nebenfigur, die zwar zu den Grundriſſen, und daher eigentlich nicht unter die Ueberſchrift gehört, aber die ſchwierigen Umlaufs-Verhältniſſe des Mondes ſo ſehr verdeutlicht, daß die Liebhaber hoffentlich mit jener kleinen Anomalie nicht unzufrieden ſein werden.

Weil aber der allgemeine Maßſtab mir doch zu klein ſchien, um die Axenſtellung des Mondes und den Einfluß der Lage ſeiner Bahn auf die Finſterniſſe zu der wünſchenswerthen Deutlichkeit zu erheben: ſo fügte ich in dem zweiten Hauptraume noch eine zehnfache Vergrößerung der Neumonds-Seite der Mondsbahn hinzu.

Den dritten Raum ertheilte ich dem Jupiter-Syſteme, deſſen 4 Trabanten zu beiden Seiten ihrer Bahn in demſelben Platz finden konnten, und da ſeine außerordentliche Größe ihn ſelbſt und die Finſterniſſe ſchon nach dem allgemeinen Maßſtabe deutlich genug erſcheinen ließen, ſo ſchien mir bei ihm eine Vergrößerung vollkommen entbehrlich.

Der vierte Raum wurde zuerſt für das Saturn-Syſtem verwendet, aber die außerordentliche Entfernung des ſiebenten Mondes nöthigte dazu, ſich auf die Neumondsſeite der Trabanten zu beſchränken, doch konnten die erſten fünf Monde auch noch auf der Vollmondsſeite dargeſtellt werden. Auch ſeine Größe wäre hinreichend geweſen, die Finſterniſſe, welche ſeine Monde verurſachen und erleiden, deutlich zu machen. Aber für den Ring und deſſen Verhältniſſe zum Planeten war der allgemeine Maßſtab viel zu klein. Daher ſchien es mir ſehr erwünſcht, daß der für die Uranus-Trabanten ſchlechthin nöthige Platz Raum genug ließ, um in denſelben nicht bloß eine zehnfache Vergrößerung Saturn's und ſeines Ringes, nebſt dem erſten Monde, ſondern auch eine Mitternachts-Anſicht des Ringſyſtems und der erſten 6 Monde aus dem vortheilhafteſten Standpunkte Saturn's, d. h. von 37½ Grad der Saturn's-Breite, einſchieben zu können.

Der übrige Platz blieb dann für den Uranus und ſeine 6 Monde, doch war es unvermeidlich, mit dem äußerſten derſelben über das Saturns-Syſtem hinauszugehen, wenn nicht die aus gewiſſen Rückſichten wünſchenswerthe gleiche Höhe der Tafeln überſchritten, oder der allgemeine Maßſtab noch verkleinert werden ſollte, wogegen die kleine Ungehörigkeit in keinen Betracht zu kommen ſchien. Uebrigens verſteht es ſich, da

bei allen Planeten auf dieſer Darſtellung der Ort der Sonne zur Linken in den Horizontalen der Bahnen angenommen iſt, daß ihre, alſo auch des Uranus, Bewegung als von der Rechten zur Linken ins Papier zurückweichend gedacht werden müſſe. Darnach richten ſich alle Neigungen der Axen und Aequatorebenen; nur die rückläufige Rotation und Trabanten-Umläufe des Uranus müſſen von oben aus dem Papiere hervorlaufend gedacht werden.

Einer weiteren allgemeinen Erläuterung wird es nicht bedürfen, da die Zeichen bekannt, und die meiſten Gegenſtände durch Inſchriften hinreichend erklärt, die Abſtände in geographiſchen Meilen, und die Neigungswinkel in Graden angegeben ſind.

Zweite Abtheilung. B.

Special-Beſchreibung der 4 Trabanten-Syſteme.

---

1. Erde und Mond.

Wie die Planeten um die Sonne, eben ſo bewegen ſich von Weſten nach Oſten, oder von der Rechten zur Linken, die Trabanten in Ellipſen um ihre Planeten. In der Ellipſe unſers Mondes beträgt die halbe große Axe oder die mittlere Entfernung von der Erde 51803 Meilen. Sie hat eine etwas veränderliche Excentricität von $^2/_{37}$ oder etwas unter $^1/_{18}$; folglich iſt der Mond im Perigäum oder der Erdnähe um 2841 × 2 = 5682 Meilen näher als im Apogäum oder der Erdferne. Seinen ſideriſchen **Umlauf** um die Erde vollendet er in 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten 11 Secunden; weil aber die Erde in dieſer Zeit eine bedeutende Winkelbewegung gegen die Sonne gemacht hat, indem ſie durch nahe 27 Grade ihrer Bahn gegangen iſt; ſo braucht der Mond zu ſeinem ſynodiſchen Umlaufe (d. h. bis er wieder in die gerade Linie zwiſchen Erde und Sonne gelangt, alſo zwiſchen zwei Neumonden oder Vollmonden) noch im Mittel 2 Tage 5 St. 0 Min. 50,1 Sec., oder im Ganzen 29 Tage 12 St. 44 Min. 2,9 Sec., in denen er ſich nur ein einziges Mal um ſeine Axe dreht, daher er der Erde unabänderlich die nämliche Seite zukehrt und ſeine Rotation oder ſein Sonnentag genau mit ſeinem ſynodiſchen Umlaufe, nach welcher Sonne, Mond, Erde in Einer Richtung ſtehen, dem Monds-Monate, übereinſtimmt. Steht er bei dieſem Umlaufe zwiſchen der Erde und Sonne, alſo in Conjunction mit der Sonne, ſo kehrt er uns die dunkle Seite zu, iſt alſo unſichtbar und heißt Neumond; ſteht er in Oppoſi-

tion der Sonne, ſo ſehen wir ſeine ganze erleuchtete Seite, den Vollmond; in den Zwiſchenzeiten ſehen wir nur Theile ſeiner erleuchteten Seite, Monds-Phaſen, von welchen die halb erleuchtete Seite nach dem Neumonde erſtes, und nach dem Vollmonde letztes Viertel heißt.

Weil die Neumonde und Vollmonde leicht zu beobachten ſind, ſo rechnete man anfangs nach Mondsjahren von 12 Mondsmonaten. Doch mußte der Irrthum bald auffallen, weil 12 Mondsmonate nur 354 Tage 8 Stunden 48 Min. 33,6 Sec. mittler Zeit ausmachen, folglich um 10 Tage 21 St. 0 Min. 11 Sec. kürzer waren, als unſer Sonnenjahr. Zuerſt half man ſich damit, daß man die Monate abwechſelnd 29 und 30 Tage dauern ließ, aber auch dabei ſah man ſich genöthigt, von Zeit zu Zeit einzelne Tage und ganze Monate einzuſchalten, um nicht zu weit vor den Jahreszeiten vorauszukommen. Wichtig erſchien daher die Entdeckung des athenienſiſchen Aſtronomen Meton, um 433 J. v. C. G., daß jene 10 Tage ꝛc. in 19 Jahren zu 206 Tagen 17 St. 8 Min. 20 Sec. anwachſen, welche ungefähr 2 Stunden mehr geben als 7 Monden-Monate. Er traf deßwegen die Einrichtung, daß innerhalb je 19 Jahren 12 Jahre zu 12 Monaten und 7 Jahre zu 13 Monaten gerechnet würden, wodurch der Fehler für etwa 2 Jahrhunderte auf einen Tag beſchränkt wurde. Dieſer Metonſche Monds-Cyklus, der zu der ſogenannten goldenen Zahl und den Epakten, durch welche das Alter des Mondes am Neujahrstage eines jeden Jahrs gefunden wird, (Mädler's Pop. Aſtr. S. 528 und Nürnberger's Aſtronomiſches Wörterbuch S. 182 und 315) Veranlaſſung gab, empfahl ſich auch noch beſonders dadurch, daß nach Ablauf deſſelben nicht blos die Voll- und Neumonde nebſt den Fluthzeiten, ſondern auch die Finſterniſſe ungefähr den nämlichen Lauf nehmen, wie 19 Jahre früher, weil auch die Mondsknoten in 18 Jahren und 228 Tagen, alſo in ungefähr 19 Jahren ihren Kreislauf machen. Daher iſt dieſer Cyklus auch noch jetzt für die Liebhaber ſehr bequem, aber von den Aſtronomen wird er wegen ſeiner Ungenauigkeit nicht mehr gebraucht.

Die **Rotations-Axe**, alſo auch die Aequator-Ebene des Mondes, hat eine unveränderliche Richtung gegen die Erdbahn, indem die Abweichung der erſten von den Perpendicularen, oder die Neigung des Aequators nur 1½ Grad beträgt; da aber die Neigung der Mondsbahn gegen die Erdbahn zwiſchen 5°,0′ und 5°,18′ ſchwankt, ſo ſieht die Erde zuweilen zwiſchen 6°29′ und 6°,47′ über den einen oder den andern Pol hinweg, welches die **Libration** der Breite heißt. Auch bewirkt die elliptiſche Bahn des Mondes, daß die gerade Linie zwiſchen den Mittelpunkten des Mondes und der Erde nicht genau durch die Mitte ſeiner Oberfläche geht, wie ſie uns im Perigäum und Apogäum zugewendet iſt. Daher ſehen wir bald über ſeinen öſtlichen, bald über ſeinen weſtlichen Rand um höchſtens 7°, 53′ hinaus, gleichſam hinter ſeine Couliſſen. Dieſes iſt die Libration der Länge. Endlich macht es auch noch

einen kleinen Unterſchied, der etwas über 1 Grad ſteigen kann, ob man von der Erde den Mond aus dem von der Verbindungslinie beider Mittelpunkte getroffenen oder aus einem davon bedeutend entfernten Punkte (z. B. vom Aequator oder dem Polarkreiſe) ſieht. Da die Größe dieſes Unterſchiedes von der Parallaxe oder Entfernung des Mondes abhängt, ſo nennt man ihn die parallactiſche Libration. Dieſe nebſt der Libration der Breite werden aus Figur III. hinreichend deutlich werden; aber um die Libration der Länge anſchaulich zu machen, bedarf es eines ziemlich großen, ſtark elliptiſchen Grundriſſes mit noch größern Durchmeſſern der Erde und des Mondes, und dieſer kann leicht von den Liebhabern ſelbſt entworfen werden, falls ſie nicht Mädler's Pop. Aſtron. Fig. 47 zur Hand haben. Die eben betrachteten 3 Librationen machen übrigens, daß noch 1/14 der abgewendeten Mondsſeite uns nach und nach ſichtbar wird, alſo nur 3/7 der ganzen Mondsoberfläche uns für immer gänzlich verborgen bleiben.

Um die übrige von der gewöhnlichen Vorſtellung ziemlich abweichende Beſchaffenheit der **Bewegung des Mondes im Raume** während eines ſynodiſchen Umlaufs den Liebhabern möglichſt anſchaulich zu machen, habe ich, wie ſchon oben erwähnt ward, in Figur II. einen Grundriß derſelben hinzugefügt. Auf dieſem ſtellt der mittlere große Kreisbogen das Stück der Bahn vor, auf welcher die Erde ſich während eines ſynodiſchen Mondumlaufs bewegt, die beiden punktirten Bogen zu beiden Seiten der Erdbahn bezeichnen aber die Zone im Raume, zwiſchen deren Grenzen der Mond, abgeſehen von ſeiner Excentricität, Evection und andern kleinen Anomalien in dieſer Zeit ſeinen Weg macht. Bei der Stellung zur Rechten iſt angenommen, der Mond ſtehe in a, ſei alſo voll und habe in der verlängerten Linie ac die Sonne, an der entgegengeſetzten Seite aber einen Stern im Frühlingspunkte; auch ſtehe der Mond zugleich im Perigäum oder der Erdnähe, und in ſeinem aufſteigenden Knoten für die Erdbahn. Während er nun auf ſeiner Bahn links bis zum letzten Viertel in b gekommen iſt, hat die Erde ſich ebenfalls links bis zu 1/4 des Bahnſtücks, welches ſie während eines ſynodiſchen Mondsumlaufs vollendet, bewegt, und den ſie umkreiſenden Mond noch um den Halbmeſſer ſeiner Bahn weiter links, alſo bis b′ verſetzt. Von b bis zum Neumonde in c geht zwar der Mond rückwärts gegen die Erde, aber die überwiegend ſchnellere Bewegung der Erde, die unterdeß in 2/4 angekommen iſt, hat ihn doch ſenkrecht darunter, alſo bis zum Punkte c′, mit ſich fortgeriſſen. Vom Neumonde bis zum erſten Viertel in d geht der Mond gleichfalls gegen die Bewegung der Erde, und verzögert dadurch deſſen Fortſchreiten im Raume, aber am Ende dieſer Periode, wo die Erde ſich in 3/4 ihres Bahnſtücks befindet, hat ſie doch den Mond ſo weit nach ſich gezogen, daß er um den Halbmeſſer ſeiner Bahn rechts von ihr in d verſetzt iſt. Vom erſten Viertel bis zum Vollmonde end-

lich ſtimmt die Richtung der Bewegung des Mondes und der Erde wieder überein, dadurch wird die Bewegung des Mondes abermals, wie im Anfange, zu einem großen Bogen im Raume beſchleunigt, bis er von Neuem voll geworden iſt.

Doch iſt zu bemerken, daß die in der Figur dargeſtellte Wellenlinie in der Wirklichkeit weit geſtreckter iſt, als ſie gezeichnet werden konnte, wenn das Weſentliche ihrer Form und die Urſache derſelben auf dem beſchränkten Raume deutlich gemacht werden ſollte. Denn, da der ganze Durchmeſſer der Mondsbahn nur $^1/_{400}$ ihrer Entfernung von der Sonne beträgt, jener Durchmeſſer aber in der Zeichnung eine Größe von 10 Millimeter hat, ſo wäre ein Halbmeſſer der Erdbahn von 4000 Millimeter oder 14 Fuß erforderlich geweſen, und die beiden Vollmonde hätten einen Abſtand von 7 Fuß erhalten müſſen. Einen ſolchen Raum konnte aber die Zeichnung unmöglich gewinnen; man muß alſo in Gedanken die Wellenlinie über denſelben ausdehnen. Hätte aber umgekehrt der Durchmeſſer der Mondsbahn nach dem Verhältniſſe des Abſtandes der beiden Vollmonde beſtimmt werden ſollen, ſo hätte er nicht viel mehr als $^1/_4$ Millimeter oder einen einzigen wahrnehmbaren Punkt betragen können, wäre dann aber zur Erklärung der Sache, worauf es hier gerade ankam, ganz unbrauchbar geweſen. Daher ließ ſich dieſer Verſtoß gegen das Verhältniß des Durchmeſſers zum Abſtande der Vollmonde nicht vermeiden.

Bevor er dahin gelangt iſt, paſſirt er diejenige Linie, welche von der Erde auf den nämlichen Stern führt, den er beim erſten Vollmonde bedeckte, und die daher mit der damaligen Linie parallel geht, weil alle von verſchiedenen Punkten der Erdbahn gegen einen verhältnißmäßig unendlich entfernten Fixſtern gezogenen Linien eben ſo als parallel betrachtet werden müſſen, wie umgekehrt in der Perſpective alle zurückweichenden Parallellinien in einem Punkte des Horizonts zuſammenlaufen. Dieſes iſt eben der ſideriſche Umlauf. Aber der Frühlingspunkt, der nach der Vorausſetzung bei dem erſten Vollmonde mit dem Fixſterne zuſammenfiel, thut dieſes jetzt nicht mehr. Denn da die Präceſſion der Nachtgleichen jährlich 50,22 Sec. rechts zurückgeht, ſo hat der Frühlingspunkt ſich von dem Sterne ſchon nahe um $^1/_{12}$, alſo etwa $4^1/_6$ Sec. rechts entfernt; um ſo viel früher wird alſo der tropiſche Umlauf vollendet. Noch weiter iſt aber in dieſer Zeit der aufſteigende Knoten der Mondsbahn zurückgegangen, der in faſt $18^3/_5$ Jahren um die ganze Mondsbahn zurückweicht, alſo dem Monde jedesmal um ein nicht unbeträchtliches Bahnſtück entgegenkommt. Daher iſt der dracanitiſche Umlauf, der ſich auf den Punkt des aufſteigenden Knotens bezieht, 2 Stunden 37 Min. kürzer, als der ſideriſche. Dagegen iſt das Perigäum mehr als doppelt ſo ſchnell links vorwärts gegangen, wie der Knoten zurückſchritt, der Mond braucht alſo nach dem ſideriſchen Umlaufe noch 5 Stunden 35 Min.

25 Sec., um in ſeinem *anomaliſtiſchen Umlaufe* ſein Perigäum wieder gleichſam einzuholen, aber 2 Tage 5 St. 0 Min. 51,4 Sec. bis zum *ſynodiſchen* Umlaufe. Ordnet man alſo dieſe verſchiedenen Umläufe, ſo wie der Mond nach und nach zu ihnen gelangt, ſo erhält man folgende Reihe:

1) den *dracanitiſchen* Umlauf	in 27	Tagen	5	St.	5	Min.	36,0	Sec.
2) den *tropiſchen*	„	„ 27	„	7	„	43	„	4,7	„
3) den *ſideriſchen*	„	„ 27	„	7	„	43	„	11,5	„
4) den *anomaliſtiſchen*	„	„ 27	„	13	„	18	„	37,4	„
5) den *ſynodiſchen*	„	„ 29	„	12	„	44	„	2,9	„

Mit der Excentricität der Mondsbahn darf die **Evection** nicht verwechſelt werden. Denn dieſe beſteht darin, daß der Mond, wie auch immer die ſo ſehr veränderliche Richtung ſeiner großen Axe ſein mag, im Neu- und Vollmonde ſich etwas weiter von der Erde entfernt, als in den beiden Vierteln, und daher auch einen etwas langſamern Gang hat, welches daher rührt, daß, weil der Abſtand des Mondes von der Erde 1/400 ihres Abſtandes von der Sonne beträgt, der Neumond in c. Fig. **II.** um 1/200 ſtärker von der Sonne angezogen wird als die Erde, dagegen beim Vollmonde in a die Erde eine um eben ſo viel ſtärkere Anziehung von der Sonne erfährt, als der Mond, daher beide etwas von einander entfernt werden. In den beiden Vierteln hört aber dieſes auf, weil dann Erde und Mond gleiche Entfernung von der Sonne haben. Außerdem giebt es noch über 100 verſchiedene Urſachen, welche kleinere Ungleichheiten in der Bahn und Geſchwindigkeit des Mondes bei ſeinem Umlaufe zur Folge haben, und den Aſtronomen die höchſte Genauigkeit ihrer Berechnungen ungemein erſchweren, doch ſind jene für die Liebhaber von geringerem Intereſſe.

Da die **Mondfinſterniſſe** nichts anderes ſind, als Verdunkelungen des Mondes durch die zwiſchen ihn und die Sonne tretende Erde, und die *Sonnenfinſterniſſe* aus Verdeckungen der Sonne durch den vorübergehenden Mond entſtehen: ſo verſteht es ſich von ſelbſt, daß Mondfinſterniſſe nur beim Vollmonde, Sonnenfinſterniſſe nur beim Neumonde möglich ſind, weil nur dann alle 3 Weltkörper in einer geraden Linie ſtehen. Lägen nun die Bahnen des Mondes und der Erde in einer Ebene, ſo würde ſich bei jedem Vollmonde eine Mondfinſterniß und bei jedem Neumonde eine Sonnenfinſterniß ereignen. Da aber nach S. 141 beide über 5° von einander abweichen, ſo ſieht man in Fig. **III.** augenſcheinlich, daß in dem daſelbſt dargeſtellten Falle der größeſten Abweichung des Mondes von der Erdbahn jede der beiden Finſterniſſe ganz unmöglich iſt, indem daſelbſt der Schattenkegel des Neumonds weit neben der Erde vorbei fällt, der Vollmond aber weit außerhalb des Erdſchattens bleiben muß, weil ſchon die kurze Strecke ſeiner Bahn, welche noch auf der Zeichnung Platz fand, die Grenze des Erdſchattens beinahe erreicht hat. Die mei-

ſten Mondsumläufe ſind daher ohne Finſterniſſe, und dieſe finden erſt ſtatt, wenn der Mond ſeinen Knotenpunkten nahe iſt. Steht er gerade in dieſen, alſo in der Erdbahn beim Neu- oder Vollmonde, dann geht die gerade Linie durch die Mittelpunkte der 3 Weltkörper, daher heißen die dann entſtehenden Finſterniſſe centrale.

Centrale Mondfinſterniſſe aber müſſen ſtets totale ſein, weil auf dem Monde der ſcheinbare Durchmeſſer der Erde 3½ Mal ſo groß iſt, als der Durchmeſſer der Sonne; ja ſie bleiben noch total, wenn der Mond entweder durch das nördliche oder ſüdliche Dritttheil des Schattenkegels der Erde geht, d. h. wenn er ſich in derjenigen Nähe der Knoten befindet, welche die Grenze der totalen Mondfinſterniſſe ausmacht. Dieſe beträgt je nach der Erdferne und Sonnenferne 3½ bis 7⅓ Grade. Außerhalb derſelben geht nur ein Theil des Mondes durch den Schattenkegel der Erde (deſſen Länge nach der Sonnennähe zwiſchen 182408 und 188640 Meilen wechſelt); und dann iſt die Mondfinſterniß partial, wobei die Größe der Verfinſterung nach Zwölftheilen des Mondsdurchmeſſers, welche Zolle heißen, angegeben wird. Die äußerſte Grenze ſolcher partialer Mondfinſterniſſe liegt zwiſchen 7⅗ und 13⅓ Graden Abweichung des Mondes in dem Zeitpunkte der Verfinſterung von den Knotenpunkten; alſo weiter hinaus iſt auch die kleinſte partiale Mondfinſterniß nicht mehr möglich. Da nun der Mond durchſchnittlich an jedem Tage nahe 13⅙ Grade ſeiner Bahn zurücklegt, ſo iſt keine partiale Mondfinſterniß mehr möglich, wenn er ſich um einen ganzen, und keine totale, wenn er ſich um einen halben Tag vor oder hinter ſeinen Knotenpunkten befindet; aber auch bei der Hälfte dieſer Zeiten können beide ſchon aufhören. — Da bei centralen Mondfinſterniſſen der Mond mitten durch den Schattenkegel der Erde geht, ſo muß ihre Dauer länger ſein, als die der übrigen, welche nur ein Segment deſſelben paſſiren. Jene währen als totale etwa 2 Stunden, und ſind dann noch eine Stunde vorher und nachher partial, ſo daß der ganze Verlauf vom Eintritte des Mondes in den Erdſchatten bis zum Austritte gegen 4 Stunden dauert. Beide laſſen ſich aber nicht mit der höchſten Schärfe beſtimmen, weil die Grenze des Erdſchattens, die kreisförmig, aber von einem weit größern und flachern Bogen, wie der Mond iſt, verwaſchen und unbeſtimmt erſcheint. Auch wird der verfinſterte Theil der Oberfläche des Mondes nie ganz unſichtbar, ſondern erſcheint anfangs in einer grauen Farbe mit einem röthlichen Schimmer, der, je mehr die Verfinſterung zunimmt, immer herrſchender wird und zuletzt in Grauroth oder Kupferroth, oder Roſenroth, zuweilen auch ins glühendſte Hochroth übergeht, wobei die Mondsflecken deutlicher ſind, als bei der partialen Verfinſterung. Zuweilen iſt aber auch, z. B. im Juli 1816, der verfinſterte Mond ganz verſchwunden geweſen. Die Urſache ſcheint in der Brechung der Sonnenſtrahlen zu liegen, welche ſie in unſerer Atmoſphäre nach dem verſchie-

denen Zuſtande derſelben erleiden. Totale Mondfinſterniſſe werden ſich in unſerm Jahrhunderte noch 12 Mal, nämlich in folgenden Jahren ereignen: 1848 März 19.; 1870 2 Mal, nämlich Januar 17. und Juli 12.; 1877 2 Mal, Febr. 27. und Auguſt 23.; 1880 Dec. 16.; 1884 Oct. 4.; 1888 Januar 28.; 1891 2 Mal, Mai 23. und Nov. 16.; 1898 Dec. 27. und 1899 Dec. 17.

Bei den **Sonnenfinſterniſſen** dagegen iſt Vieles anders. Zuerſt ſind die ſcheinbaren Durchmeſſer der Sonne und des Mondes ſich ſo nahe gleich, daß eine totale Sonnenfinſterniß nur möglich iſt, wenn ſie ſehr nahe central iſt, alſo faſt genau in den Knotenpunkten des Mondes. Aber auch die centrale iſt nicht immer eine totale, weil die Sonne in dem Perihel der Erde und im Apogäum des Mondes 6 Min. und 10 Sec. im Durchmeſſer größer erſcheint, als der Mond, folglich von dieſem nicht ganz verdeckt werden kann. Er geht folglich auf eine ähnliche Weiſe, aber freilich weit größer, wie Merkur und Venus, durch die Sonne, und läßt, wenn die Mittelpunkte auf einander liegen, einen Ring der Sonne unbedeckt, daher eine ſolche Sonnenfinſterniß eine ringförmige heißt. Je nachdem nun die obigen Urſachen mehr oder weniger ſtattfinden, iſt der Ring breiter oder ſchmäler. Jedesmal aber wird man bei einer ſolchen Sonnenfinſterniß überall, wo die Sonne durch kleine Oeffnungen, z. B. zwiſchen Baumblättern, hindurch fällt, eine Menge kleiner leuchtender Ringe bemerken, welche Projectionen des Sonnenbildes ſind, wie man auch ſonſt, wenn die Sonne durch eine ſchmale länglichte Spalte auf eine entgegengeſetzte dunkle Wand fällt, nicht eine helle Linie, ſondern eine leuchtende Scheibe bemerkt. Iſt dagegen die Erde im Aphel, der Mond aber im Perigäum, dann iſt der Mond 5 Min. 54 Sec. größer als die Sonne, kann alſo dieſe nicht bloß dann, ſondern auch noch, wenn dieſe Urſachen in weit geringerm Grade vereinigt oder einzeln vorhanden ſind, vollkommen bedecken, obgleich mit verſchiedenem Ueberſchuſſe, wovon die Stärke und Dauer der totalen Finſterniß abhängt. In einzelnen Fällen iſt ſie nämlich der nächtlichen Dunkelheit nahe gekommen, gewöhnlich aber bleibt ſie zwiſchen Dämmerung und Dunkelheit, indem gerade während der totalen Verfinſterung der dunkle Mond mit einem breiten, bald weißen, bald hochrothen lebhaft glänzenden und heftig wallenden Ringe umgeben iſt, von welchem ſich gelbe Strahlen verbreiten. Dieſe Erſcheinung wird dadurch, daß die ſorgfältigſten Beobachter des Mondes, namentlich Prof. Mädler, demſelben keine Atmoſphäre von ſtrahlenbrechender Kraft zugeſtehen, räthſelhaft, falls nicht die Urſache in einer Beugung der den Rand des Mondes ſtreifenden Sonnenſtrahlen geſucht werden dürfte. Noch räthſelhafter aber ſind die drei hohen bergähnlichen Erſcheinungen am Mondsrande, welche Hr. C. R. Schumacher bei der letzten totalen Sonnenfinſterniß 1842 Juli 8. in Wien beobachtete, und in ſeinem Jahrbuche 1843 abgebildet und beſchrieben hat. Denn Mondsberge können

ſie wegen ihrer Höhe unmöglich ſein, und eben ſo wenig ließen ſie ſich aus Wolken in der Atmoſphäre ableiten. Die Dauer der **totalen** Finſterniß kann an dem nämlichen Orte nie 4 bis 5 Minuten überſchreiten, zuweilen aber auch nur augenblicklich ſein.

Denn auch dadurch unterſcheidet die totale Sonnenfinſterniß ſich von der Mondfinſterniß, daß jene nie über die ganze Erde verbreitet iſt, ſondern nur auf einem ſchmalen nicht ſehr langen Striche der Erde ſtattfindet. Man ſieht nämlich ſchon aus der Zeichnung, daß die Spitze des **Schattenkegels** des Mondes, deſſen Länge zwiſchen 51083 und 49376 Meilen variirt, auch dann, wenn er noch die Oberfläche der Erde erreicht, nur einen ſehr geringen Durchmeſſer haben kann. In der That kann er auch für Aequatorialgegenden nie über 30 Meilen in der Breite bedecken, für polare wegen der ſchiefen Richtung freilich wohl bis zu 200 Meilen ſich ausbreiten. Zuweilen iſt aber auch der verdunkelte Fleck ſo klein, daß man von ihm aus in der Ferne die noch von der Sonne erleuchteten Gegenſtände nach mehreren Seiten erblicken kann. In dieſer Breite zieht dann der verdunkelte Fleck wegen der Rotation der Erde von Oſten gegen Weſten 4 bis 5 Stunden lang über einen Strich von 60 bis 75 Graden des Parallelkreiſes fort, worauf der Mondsſchatten die Erde nicht mehr trifft. Daher ſind totale und ringförmige Sonnenfinſterniſſe immer nur auf einen ſehr kleinen Theil der Erde beſchränkt, und für den nämlichen Ort ſehr ſelten. In dieſem Jahrhunderte finden ſie ſich für Europa nur noch: 1851 Juli 28. total, im ſüdlichen Schweden und Rußland; 1858 Mai 15., central und ringförmig, in England ſichtbar; 1860 Juli 18., central und total, in Spanien; 1867 März 6., central und ringförmig, im ſüdlichen Italien; 1870 Dec. 22., central und total, im ſüdlichen Spanien, Sicilien u. ſ. w.; 1887 Auguſt 19., central und total für Berlin und deſſen Parallele.

Die **partialen** Sonnenfinſterniſſe, in denen der Mond bald nördlich, bald ſüdlich vom Mittelpunkte der Sonne durch dieſelbe geht, werden gleichfalls nach ſogenannten Zollen ($^1/_{12}$ Sonnen-Durchmeſſer) gemeſſen. Auch alle totalen ſind natürlich bei ihrem Anfange partiale, und ihre Geſtalten als ſolche können gleichfalls zwiſchen den Lücken der Baumſchatten wahrgenommen werden. Der Rand des Mondes erſcheint bei allen Sonnenfinſterniſſen auf der Sonnenſcheibe ſcharf abgeſchnitten und wegen ſeiner Berge fein gezackt; aber dennoch iſt der Moment des Anfanges und Endes einer Sonnenfinſterniß ſchwer ganz genau wahrzunehmen, weil der erſte Einſchnitt des Mondes in den Sonnenrand äußerſt flach iſt, daher Sternbedeckungen ſich zu Längenbeſtimmungen beſſer bewährt haben.

Denkt man ſich **als Beobachter auf dem Monde**, ſo müſſen dort unſere **totalen** Mondfinſterniſſe als Sonnenfinſterniſſe von der Dauer mehrerer Stunden erſcheinen, doch werden ſie daſelbſt durch einen

ſehr leuchtenden farbigen Ring unſerer Atmoſphäre gemildert. Die Lichtſtärke deſſelben ſcheint größer zu ſein, als der Erdſchein, deſſen Wirkungen ſich in den erſten Tagen nach dem Neumonde, wo die Erde ihm ihre volle erleuchtete Seite zukehrt, deutlich wahrzunehmen ſind, und deſſen Licht 13⅗ Mal ſo hell ſein muß als unſer Mondſchein. Denn die Flecken des Mondes ſind bei der totalen Mondfinſterniß gewöhnlich deutlicher zu erkennen, als in den erſten Tagen vor und nach dem Neumonde. Unſere partialen Mondfinſterniſſe ſind auf dem Monde für die beſchatteten Theile deſſelben totale, für die übrigen partiale Sonnenfinſterniſſe. Sind aber ſolche Sonnenfinſterniſſe auf dem Monde für die ganze Oberfläche deſſelben, oder gar nur für einen Theil derſelben partial, ſo verurſachen ſie auf demſelben keine uns ſonderlich wahrnehmbare Veränderung. Von den partialen Sonnenfinſterniſſen der Erde iſt auf dem Monde für Augen, wie die unſrigen, ſchwerlich etwas wahrzunehmen. Nur bei totalen Sonnenfinſterniſſen zieht ſich ein kleiner Schattenfleck über einen Strich der Erde.

Da die Rotation des Mondes genau ſo lange Zeit erfordert, wie ſein ſynodiſcher Umlauf, ſo dauert jede der 4 Tageszeiten auf ihm 7⅛ unſerer Tage; folglich hat der mittlere Meridian der uns zugekehrten Seite, der beim Vollmonde genau im Mittage ſteht, im letzten Viertel nach 7⅛ unſerer Tage Abend oder Untergang der Sonne, im Neumonde Mitternacht, und im erſten Viertel Morgen oder Aufgang der Sonne; in unſerm ganzen Jahre aber hat der Mond nur 12⁹⁄₂₅ ſeiner Tage.

Weil der Mond an jedem unſerer Tage nahe 13½ Grade am Himmel gegen Oſten fortrückt, ſo gelangt er nach jeder Rotation der Erde nahe 50 Zeitminuten ſpäter in den Meridian eines jeden Orts; oder, die Culmination des Mondes **verſpätet ſich täglich** um 50 Zeitminuten. Daraus darf man aber nicht ſchließen, daß auch ſein Aufgang ſich jedes Mal um eben ſo viel verſpäte. Denn da die Mondsbahn um 5° von der Erdbahn abweicht, ſo geht er bis auf dieſen kleinen Unterſchied den nämlichen Weg am Himmel, auf dem wir die Sonne erblicken, d. h. in der Ekliptik. Der Mond ſteht alſo als Neumond nahe bei der Sonne, im erſten Viertel nahe da, wo die Sonne nach 3 Monaten, beim Vollmonde, wo ſie nach 6 Monaten, und im letzten Viertel, wo ſie nach 9 Monaten ſtehen wird; er beſchreibt alſo in dieſen verſchiedenen Phaſen zwiſchen ſeinem Auf- und Untergange faſt den nämlichen Bogen am Himmel, auf welchem die Sonne nach den angegebenen Intervallen ihren ſcheinbaren täglichen Lauf am Himmel vollendet. Daher kommt es, daß der Mond im Herbſt-Aequinoctium (der ſogenannte Michaelismond) zwiſchen dem erſten und letzten Viertel eine ſo geringe Verſpätung der Aufgangszeit zeigt, daß er um die Zeit des Vollmonds mehrere Tage hindurch faſt zur nämlichen Zeit auf- und unterzugehen ſcheint. Zwar iſt

ſein Aufgang ſeit dem Neumonde bis zum erſten Viertel dem ſpätern Aufgangsorte der Sonne bis zu ihrem Winter=Solſtitium, alſo bis gegen Südoſt gefolgt, ſein Verweilen am Himmel verkürzt, und dadurch die Verſpätungszeit ſeiner Culmination für ſeine Aufgangszeit noch bedeutend verlängert. Denn ſein erſtes Viertel beſchreibt dann am Himmel den niedrigen Bogen der Winterſonne am Himmel, leuchtet unter 50° N. Br. nur etwa 8 Stunden und geht daher ſpät auf, früh unter. Um aber beim Vollmonde auf den Weg der Sonne nach 6 Monaten, alſo im Frühlings=Aequinoctium zu gelangen, muß ſein Aufgangspunkt in der zwiſchen beiden Phaſen liegenden Woche mit jedem Tage mehr nach Oſten fortſchreiten, bis er im Vollmonde gerade im Oſten auf= und im Weſten untergeht, alſo 12 Stunden am Himmel verweilt, 4 Stunden länger als im erſten Viertel. Er muß daher früher aufgehen, als es nach der Culminationsverſpätung geſchehen würde, und dieſe Beſchleunigung des Aufgangs wächſt zur Vollmondszeit bis über ½ Stunde, ſo daß für die wirkliche Verſpätung des Aufganges nur etwa ¼ Stunde übrig bleibt. Beim letzten Viertel ſoll der Mond da aufgehen, wo die Sonne es nach 9 Monaten thut, d. h. in Nordoſten. Sein Aufgangsort muß alſo auch in dieſer Woche nördlich fortrücken, und ſeine Aufgangszeit ſich noch immer, wiewohl allmählig weniger verfrühen, bis er im letzten Viertel den Sommerweg der Sonne geht, und 16 Stunden über dem Horizonte ſteht. Dann aber weicht ſein Aufgangsort wieder ſüdlich zurück, und die Intervalle der Aufgangszeiten verlängern ſich gegen den Neumond bis zu ½ Stunde über die Culminationsverſpätung. Zur Zeit des Frühlings=Aequinoctiums iſt natürlich das ganze Verhältniß umgekehrt. Im Sommer geht der Vollmond den Winterweg der Sonne, alſo in SO. auf, niedrig durch den Meridian und in SW. unter; im Winter hingegen ſieht man ihn auf dem Sommerwege der Sonne, in NO. auf= und hoch über den Himmel nach langem Verweilen in NW. niedergehen. In beiden Solſtitien findet man das erſte wie das letzte Viertel auf dem Wege, den die Sonne in den Aequinoctien beſchreibt.

Die Verſpätung der Culmination nebſt den übrigen aſtronomiſchen Verhältniſſen des Mondes werden ſehr ſichtbar bei der merkwürdigſten und entſchiedenſten Wirkung ſeiner Anziehung auf der Erde, bei der **Fluth und Ebbe**, dieſem periodiſchen, vom Winde unabhängigen, 4 Mal am Tage abwechſelnden Steigen und Sinken der Gewäſſer der Oceane und der durch weite Oeffnungen mit ihnen verbundenen Meere und Flüſſe. Jedes dauert durchſchnittlich 6 Stunden und ſo viele Minuten, als von der verſpäteten Culminationszeit des Mondes auf ſeinen Antheil kommen, ſo daß das Intervall zwiſchen 2 Fluthen oder 2 Ebben 6 Stunden und 25 Minuten beträgt, und die Morgen= oder Abendfluth des folgenden Tages 50 Minuten ſpäter erſcheint, als am vorigen Tage. Daneben beweiſt eine vieljährige Erfahrung und die ſorgfältigſte Beobachtung, daß

die Declination des Mondes (ſein Stand diesſeits oder jenſeits des Aequators) und ſeine Parallaxe (ſeine Erdnähe und Erdferne) den unverkennbarſten Einfluß auf die Höhe der Fluthen haben. Es ließ ſich alſo nicht bezweifeln, daß der Mond die weſentliche Urſache der Fluthherſcheinungen ſei, und ſeit durch Newton die Attractionstheorie ausgebildet war, gelang es auch, darzuthun, daß, wenn man ſich die Erde überall in gleicher Höhe mit Waſſer bedeckt denke, die Attraction des Mondes auf dieſes eben ſo wirken müſſe, wie die Sonne auf den Mond bei deſſen Evection (ſ. S. 144), d. h. daß ſowohl im Zenith als Nadir des Mondes das Waſſer ſich etwas mehr als ſonſt vom Mittelpunkte der Erde entfernen, folglich 2 gleiche entgegengeſetzte Fluthhügel bilden müſſe.

Aber Erfahrung und Theorie bewieſen auch, daß etwas Aehnliches ebenfalls durch die Attraction der Sonne, obgleich in geringerem Grade, bewirkt werden müſſe. Denn da die Wirkungen ſich zwar direct wie die Maſſen, aber umgekehrt wie die Cubi der Entfernungen verhalten, ſo kann der Mond, ungeachtet ſeine Maſſe 30½ Millionen Mal kleiner iſt, als die Sonnenmaſſe, doch mehr wie doppelt ſo ſtark wirken, als die 400 Mal entferntere Sonne, weil der Cubus dieſer Entfernung 64 Millionen beträgt. Und ſo zeigt auch die Erfahrung, daß es wirklich zweierlei Fluthen neben einander giebt, eine Mondsfluth und eine Sonnenfluth, und daß die erſte, wenn ſie bei den Syzygien (Vollmond und Neumond) von der zweiten unterſtützt wird, faſt um die Hälfte erhöht wird, da ſie dann Springfluth heißt, in den Quadraturen hingegen, wo beide gegen einander wirken, um eben ſo viel ſchwächer ſich zeigt und Nippfluth oder Quadraturfluth genannt wird. Sogar der Unterſchied, den die Sonnen-Parallaxe (die Sonnenferne oder Sonnennähe der Erde) hervorbringen muß, ward in den Beobachtungen ſehr bemerklich. Dieſe Ungleichheiten der Fluth heißen die halbmonatlichen.

Doch, ungeachtet aller dieſer Uebereinſtimmung zeigten ſich doch auch in den Erſcheinungen ſo viele räthſelhafte Abweichungen, daß Viele der Theorie zu Liebe die Erſcheinungen leugneten, und Andere die richtige Theorie durch phantaſtiſche Dichtungen zu verdrängen ſuchten, weil beide nicht bedachten, daß die Erde in der Wirklichkeit keineswegs eine gleichförmig mit Waſſer bedeckte Kugel iſt, wie die Theorie zur Vereinfachung ihrer Forſchungen ſie nothwendig annehmen mußte, ſondern durch ihre Continente drei große Dämme bildet, welche jene Rotation von Fluthhügeln völlig unmöglich machen, und daß die Oceane wegen ihrer ungleichen Tiefe und vielfachen Hemmungen nur Fluthwellen geſtatten, deren Succeſſion und Modificationen ſich bloß aus weit ausgedehnten Erfahrungen, unterſtützt durch das Allgemeine der Theorie, erkennen laſſen. Dieſen Weg hat Prof. Whewell in Cambridge eingeſchlagen, und ſich durch eben ſo ſinnreiche als mühſame Zuſammenſtellungen aller bis jetzt

bekannt gewordenen Beobachtungen in den verſchiedenſten Meeren, beſonders aber der großartigen von ihm veranlaßten Beobachtungen in den Jahren 1834 und 1835, und durch deren einſichtsvolle Bearbeitungen, unſterbliche Verdienſte erworben, deren Wichtigkeit für die Aufklärung vieler höchſt räthſelhafter Erſcheinungen ich in dem Schriftchen: „Fluth und Ebbe nach den Engliſchen Beobachtungen, Magdeburg 1842", ins Licht zu ſtellen ſuchte. Es iſt auch in Nürnberger's Aſtronom. Wörterb. S. 268 u. f. größtentheils abgedruckt, und Rümker hat die Hauptreſultate in ſein Handbuch der Schifffahrtskunde Hamb. 1844, S. 263 u. f. aufgenommen.

Die **Dichtigkeit** des Mondes iſt bedeutend geringer, als die der Erde; ſie beträgt nur etwas mehr als die Hälfte der letztern, und $3{,}_{18}$ des deſtillirten Waſſers. Noch weit geringer iſt aber wegen der Kleinheit des Weltkörpers die **Schwere** auf ſeiner Oberfläche. Die Gewichte üben auf ihn nur $\frac{1}{6}$ des Drucks, den ſie bei uns verurſachen, 100 Pfund ſo viel als bei uns $15\frac{1}{2}$. Daher beträgt auch die **Fallhöhe** der erſten Secunde nur $2\frac{1}{3}$ par. Fuß. Das **Sonnenlicht** iſt auf ihm im Mittel ſo ſtark, wie bei uns, aber der Erdſchein $13\frac{1}{2}$ Mal ſo hell, als bei uns der Mondſchein.

Da der Mond unter allen fremden Weltkörpern uns beiweitem der nächſte iſt, und ſeine **Oberfläche**, von keiner Atmoſphäre verhüllt, ſich offen unſern Blicken darbietet, ſo gewährt die Betrachtung derſelben ſchon in gewöhnlichen guten terreſtriſchen (den Gegenſtand nicht umkehrenden) Fernröhren den Liebhabern einen ſehr intereſſanten Anblick, und zwar gerade ſo, wie er auf Weiland's Sonnenſyſteme in 3 verſchiedenen Phaſen mit aller der Treue dargeſtellt iſt, die man von einem ſo kleinen Maßſtabe erwarten kann. Deutlich erkennen ſie daſelbſt den größeſten Theil der Flecke, welche fälſchlich Meere genannt werden und einige der auffallendſten Wallebenen und Ringgebirge. Zu dieſen gehörte vor Allen nahe über dem Süd-Pol der Tycho mit einer Tiefe von 16662 par. Fuß, der mit ſeinen hellen meridianähnlichen Streifen, welche ſich von ihm über einen großen Theil der Mondsoberfläche verbreiten, in jedem Fernrohre ſogleich in die Augen fällt, während der tiefſte von allen, der Newton von 22362 par. Fuß, gleich links vom Süd-Pole, wegen ſeiner verſchobenen Stellung nahe am Rande der Kugel nicht ſo leicht zu erkennen iſt. Von den ſogenannten Meeren (wahrſcheinlich großen Ebenen) ſieht man auf der Abbildung des erſten Viertels (von Süden angefangen) das Mare foecunditatis und tranquillitatis, gegen den Rand das Mare Crisium, gegen die Mitte alle Theile des Mare serenitatis und frigoris; auf der linken Seite des Vollmondes aber findet ſich von oben (Norden) herab das Mare imbrium, der Oceanus procellarum und das Mare nubium. An den Rändern dieſer ſogenannten Meere liegen die eigentlichen Gebirgszüge, von denen die Berge am Sinus iridum (an

der nördlichen Bucht des Mare imbrium) die größeſte Höhe mit 14022 Fuß erreichen. Diejenigen Liebhaber, welche ſich mit der Oberfläche des Mondes genauer bekannt zu machen wünſchen, können ſich an keinen beſſern Führer wenden, als an den Hrn. Prof. Mädler, deſſen vortreffliche Mondskarte in 4 Blättern, 1836, und in einem Blatte 1837 herausgekommen, und in dem letztern dieſer Jahre durch die Schrift: „Der Mond nach ſeinen kosmiſchen und individuellen Verhältniſſen, oder allgemeine Selenographie" beſchrieben und erläutert iſt. Das Weſentliche dieſer Schrift finden ſie aber auch in der oft erwähnten „Populären Aſtronomie dieſes Verfaſſes S. 192 bis 210 oder §. 113 bis 123.

2. Jupiters-Syſtem.

Sobald die Fernröhre erfunden waren, wurden auch, und zwar, wie man gewöhnlich annimmt, von Simon Marius oder Maier, die 4 Monde Jupiter's entdeckt, welche Galilei die mediceiſchen Sterne nannte, aber ohne Erfolg, indem ſie jetzt nur nach ihrer Entfernung vom Hauptplaneten als erſter, zweiter, dritter und vierter Jupiters-Mond oder Trabant bezeichnet werden. Die Ellipſen ihrer Bahnen weichen kaum merklich von concentriſchen Kreiſen ab, aber die Geſchwindigkeit ihrer Bewegung iſt bei dem erſten 17 Mal, bei dem vierten noch 8 Mal ſo groß, als bei unſerm Monde. Daher macht der erſte, ungeachtet er faſt 7000 Meilen weiter vom Mittelpunkte Jupiter's iſt, als unſer Mond vom Mittelpunkte der Erde, ſeinen **Umlauf** in $^1/_{17}$ der Zeit, nämlich in $1^3/_4$ Tagen, und ſein ſynodiſcher Umlauf iſt wegen der ohnehin langſamern Winkelbewegung Jupiter's in dieſer kurzen Zeit nur um 1 Minute länger, als jener ſideriſche. Der Oberfläche des Planeten iſt freilich dieſer Mond etwas näher als uns der unſrige, weil der Halbmeſſer Jupiter's über 10000 Meilen beträgt. Noch beim vierten Jupiters-Monde iſt die ſynodiſche Umlaufszeit kaum $2^1/_2$ Stunden länger als die ſideriſche, und ungeachtet einer mehr als fünffachen Entfernung nicht viel mehr als die Hälfte unſeres Mondsumlaufs, nämlich $16^2/_3$ Tage, während ſie bei dem zweiten $3^1/_2$ und bei dem dritten $7^1/_7$ unſerer Tage beträgt. Da nun ein Jupitersjahr $11^5/_6$ Mal ſo lang iſt, als das unſrige, ſo kommen auf daſſelbe nahe 1300 Umläufe des erſten, 640 des zweiten, 320 des dritten und 140 des vierten Mondes; und, da 247 Umläufe des erſten, 123 des zweiten und 61 des dritten ſehr nahe in gleicher Zeit, nämlich in 437 Tagen 4 Stunden erfolgen, ſo kehren die nämlichen Stellungen gegen Jupiter, alſo auch die Verfinſterungen u. ſ. w., nach dieſer Periode in der nämlichen Reihenfolge zurück. Nur der vierte weicht ein wenig von dieſer Periode ab, indem 26 Umläufe deſſelben in 435 Tagen 14 Stunden und 13 Minuten erfolgen.

Im **Durchmeſſer** ſind alle Jupiters-Monde etwas größer, als der

unſrige, doch der zweite nur 7 Meilen, der erſte 61, der vierte 196, und der dritte, der größeſte unter allen, 299 Meilen.

So gering, und in Anſehung der beiden erſten völlig unmerklich die **Excentricität** ihrer Bahnen iſt: ſo gering iſt auch die **Abweichung** derſelben **von der Ebene des Jupiters-Aequators.** Bei dem erſten und vierten beträgt ſie nur den Bruch einer Minute, und bloß beim dritten mehrere, nämlich $5\frac{1}{10}$ Minuten. Da nun der Jupiters-Aequator nur $3\frac{1}{7}$ Grade von ſeiner Bahn abweicht, ſo haben alle ſeine Trabantenbahnen noch nicht völlig die nämliche Abweichung von dieſer. Daraus folgt bei dem großen Durchmeſſer des Planeten, wie auf der Durchſchnittszeichnung deutlich zu ſehen iſt, daß alle bei jedem Umlaufe ſowohl **Sonnenfinſterniſſe** auf dem Planeten verurſachen, als auch in deſſen großem Schattenkegel verfinſtert werden, folglich **Mondfinſterniſſe** darbieten. Die erſten ſieht man in ſtarken Fernröhren ſehr deutlich als pechſchwarze Punkte über den Planeten ziehen, zum Zeichen, daß dieſer kein eigenes merkliches Licht hat; nur beim vierten iſt der Schatten verwaſchen und ſchwer wahrzunehmen, weil er bei ſeiner weiten Entfernung ſich faſt ganz in Halbſchatten auflöſt. Die letztern, die Mondfinſterniſſe, erfolgen wegen der ſchnellen Bewegung der Trabanten in wenigen Minuten nach dem Anfange derſelben, indem ihr Glanz nur eine kurze Zeit abnimmt, und dann plötzlich verſchwindet. Daher kann man ſie ſehr gut als aſtronomiſche Signale zu Längenbeſtimmungen auf der Erde gebrauchen. Denn, da ſie überall auf der Erde in dem nämlichen Momente geſehen werden, aber wegen der Rotation derſelben für jede 15 Grad weſtlicher eine Stunde ſpäter in der Tageszeit, ſo läßt ſich aus dem Unterſchiede derſelben am Orte der Wahrnehmung von der Tageszeit, worin ſie auf einer beſtimmten Sternwarte wahrgenommen werden, der Unterſchied der weſtlichen oder öſtlichen Länge von derſelben leicht berechnen. Auch ſind ſie, ſeitdem Tobias Mayer in Göttingen um die Mitte des vorigen Jahrhunderts ſeine Mondtafeln herausgab, zu dieſem Zwecke ſehr häufig benutzt und beſonders den Seefahrern ſehr nützlich geworden. Doch ziehen die Aſtronomen jetzt die Sternbedeckungen durch unſern Mond vor, weil ſie eine noch größere Schärfe gewähren, indem die Fixſterne, wenn ſie bis an den öſtlichen Rand des Mondes gekommen ſind, urplötzlich verſchwinden. Dieſe ſind daher auch zur Prüfung und Correction der Chronometer am brauchbarſten, wiewohl auch jene dazu nützlich ſind.

Beide Arten der Verfinſterungen laſſen ſich natürlich nicht beobachten, wenn Jupiter genau in Oppoſition ſteht, weil dann der Trabant ſeinen eigenen Schatten, und Jupiter den Trabanten bedeckt, ſobald er in den Schattenkegel tritt; erſt vor und nach derſelben werden ſie ſichtbar. Zu gleicher Zeit können die Finſterniſſe zwar bei mehreren der Trabanten eintreten, doch nicht bei allen; denn von den drei erſten ſteht immer der

eine 180° von den andern ab, daher ſie auch niemals alle 4 zugleich über dem Jupitershorizonte ſtehen. Zwar iſt auf dem Jupiter der ſcheinbare Durchmeſſer des erſten Mondes noch etwas größer, als des unſrigen bei uns, der zweite und dritte reichlich ½ und der dritte ¼ ſo groß; weil aber alle von der Sonne nur 1/27 des Lichts erhalten, welches unſerm Monde von derſelben mitgetheilt wird: ſo können ſie alle zuſammengenommen dem Jupiter nicht einmal 1/25 des **Lichts** gewähren, welches wir unſerm einzigen Monde verdanken. Weil aber die Trabanten Jupiter's ſich in deſſen Aequatorebene bewegen, ſo ſind ſie, zumal wegen der Größe und Abplattung des Planeten, in deſſen Polargegenden völlig unſichtbar, und kommen erſt bei einiger Annäherung gegen den Aequator nach und nach, die entfernteſten zuerſt, über den Horizont, ſtatt daß unſer Vollmond an unſern Polen gerade im Winter derſelben mehrere Tage hindurch gar nicht untergeht.

Doch ſind nicht alle Jupiters-Trabanten an **Glanz** einander gleich. Der erſte ſcheint an Stärke des Lichts den Vorrang zu haben, obgleich der dritte wegen ſeiner Größe uns am glänzendſten erſcheint; der vierte aber iſt, wiewohl er dem dritten an Größe wenig nachgiebt, wegen ſeiner bläulich grauen Farbe der lichtſchwächſte. Aber auch die nämlichen Trabanten leuchten nicht immer gleich ſtark, ſondern wechſeln periodiſch nach ihren verſchiedenen Stellungen gegen den Planeten, beſonders der zweite und vierte. Da ſie nun wegen ihrer Entfernung uns noch weniger einen Phaſenwechſel zeigen können als Mars (vgl. S. 121), ſo kann dieſes nur von einer verſchiedenen Reflexionsfähigkeit einzelner Theile ihrer Oberfläche herrühren, wie wir Aehnliches bei den Flecken unſeres Mondes wahrnehmen. Daraus läßt ſich auf ihre **Rotationsperiode** ſchließen, und es hat ſich ergeben, daß, wie bei unſerm Monde, auch bei allen Jupiters-Monden die Rotationsperiode der Umlaufsperiode völlig gleich iſt.

Die Beobachtung der Umläufe der Jupiters-Trabanten hat eine der wichtigſten Entdeckungen für die Aſtronomie und Phyſik veranlaßt, nämlich die Kenntniß der **Geſchwindigkeit des Lichts**. Nachdem nämlich die meiſtens ſehr kurzen Umlaufszeiten der Jupiters-Trabanten während der Oppoſitionen deſſelben hinreichend bekannt geworden waren, um darauf genaue Berechnungen für die Verfinſterungen zu gründen, zeigte ſich in den größern Entfernungen Jupiter's von der Erde eine bedeutende und ſehr befremdende Differenz zwiſchen den Zeiten der Berechnungen und Beobachtungen. Endlich kam im Jahre 1675 der däniſche Aſtronom Römer, ein Gehülfe Caſſini's, zuerſt auf den Gedanken, daß die Verſpätung der Erſcheinungen gegen die Berechnungen von der Zeit herrühren möge, die der Lichtſtrahl gebrauche, um aus der größern Entfernung zu uns zu gelangen; und ſeine Berechnungen zeigten ihm bald, daß die Verſpätung wirklich in genauem Verhältniſſe zu der größern Entfernung ſtehe.

Daraus ergab ſich, daß der Lichtſtrahl 8¼ Minuten gebrauche, um einen Weg zurückzulegen, welcher der mittlern Entfernung von der Sonne bis zur Erde gleich iſt, alſo 2½ Mill. Meilen in der Minute, oder reichlich 41000 Meilen in der Secunde.

Von ungeheurer Größe iſt aber der **ſcheinbare Durchmeſſer Jupiter's auf ſeinen Trabanten**, beſonders auf den nächſten derſelben. Für den erſten iſt er faſt 40, für den zweiten 27, für den dritten 16 und für den vierten 9 Mal ſo groß, als wir den Durchmeſſer der Sonne und des Mondes ſehen, ſo daß alſo ihnen ſeine Scheibe gegen reſpective 1600, 729, 256 und 81 Mal ſo groß erſcheint, wie uns die Sonnen- und Mondsſcheibe. Zwar iſt nun die Lichtſtärke Jupiter's nur $^1/_{27}$ derjenigen, welche unſere Erde von der Sonne empfängt, doch bleibt das Licht Jupiter's auf dem erſten ſeiner Monde noch 57, auf dem zweiten 25, auf dem dritten 7 und auf dem vierten 3 Mal ſtärker als unſer Mondſchein, oder 4½, 2, ½ und ¼ Mal ſo ſtark als der Erdſchein auf unſerm Monde.

In Anſehung der **Dichtigkeit** iſt zwar der erſte Jupiters-Mond dem Planeten gleich, aber die übrigen übertreffen denſelben, und zwar am meiſten der zweite, der um ⅓ dichter iſt. Doch hat auch dieſer noch nicht ⅔ unſeres Mondes, und die Schwere kommt nur auf dem dritten, wegen ſeiner Größe, der Schwere auf unſerm Monde nahe.

3. Die Saturns-Trabanten, nämlich deſſen Ringſyſtem und ſieben Monde.

Die fünfte Figur der Durchſchnittszeichnung Tafel IV. ſtellt nach dem allgemeinen Maßſtabe den Saturn, ſo wie dieſes auch bei den beiden erſten Trabantenſyſtemen geſchehen iſt, im Sommer-Solſtitium der Nordhälfte dar, wobei ebenfalls die Richtung der Sonne links durch das Zeichen derſelben an der Durchſchnittsebene der Saturnsbahn angedeutet iſt. Gegen dieſe neigt ſich die Aequator- oder Ringebene Saturn's unter 26⅘ Graden, alſo die Rotations-Axe unter 63⅕ Gr.; in der Ringebene aber befinden ſich zu beiden Seiten die Durchſchnitte des Ringſyſtems und die 6 erſten Monde, wovon jedoch der ſechſte keinen Platz mehr an der rechten Seite finden konnte, weil die große Entfernung des ſiebenten einen zu großen Raum erforderte, als daß jener auch in ſeiner Stellung zur Rechten hätte dargeſtellt werden können. Die Bahn dieſes ſiebenten Mondes weicht aber von der Ringebene gänzlich ab, indem ſie ſich der Bahnebene Saturn's noch mehr nähert, als unſer Mond der Erdbahn, nämlich bis auf 4 Gr. 20 Min. 1 Sec., ſo daß ſie von der Ringebene ſich um 22⅔ Gr., alſo um 4 Gr. weiter entfernt als unſere Mondsbahn von der Ebene des Aequators. Denn da die Anziehungskraft Saturn's durch die weite Entfernung von mehr als ½ Mill. Meilen bedeutend geſchwächt wird, ſo iſt die vereinigte

Anziehungskraft der Sonne und (vorzüglich) des mächtigen Jupiter's ſtark genug, ihn aus der Ringebene gegen die Saturns-Bahnebene zu ziehen. Weil aber die Nähe Jupiter's, folglich auch ſeine Anziehungskraft, nach der Stellung beider Planeten gegen einander höchſt verſchieden iſt, ſo entſteht daraus ein periodiſches Schwanken der Bahn des ſiebenten Saturns-Mondes von ſolchem Umfange, wie es ſonſt nirgends in unſerm Sonnenſyſteme angetroffen wird, indem es die Neigung dieſer Bahn in einer Periode von 4232 Jahren um 30½ Gr. verändert. Sie kann ſich nämlich der Ringebene bis auf 6⅓ Gr. nähern, aber auch 36⅚ Gr. von derſelben entfernen, ſo daß ſie in dieſem Falle auf der Zeichnung 10⅖ Gr. oberhalb der Saturnsbahn liegen würde.

Eine andere Merkwürdigkeit dieſes ſiebenten Mondes iſt der Umſtand, daß er jedes Mal faſt gänzlich verſchwindet, wenn er auf der Oſtſeite Saturn's ſteht, dagegen aber bei ſeiner weſtlichen Ausweichung den hellſten Glanz zeigt. Dieſes läßt ſich nur dadurch erklären, daß er im erſten Falle uns eine Seite zuwendet, welche wegen ähnlicher aber zuſammenhängenderer Flecken, wie wir ſie auf unſerm Monde antreffen, eine geringere Fähigkeit beſitzt, das Sonnenlicht zu reflectiren. Daraus läßt ſich aber mit Recht ſchließen, daß auch dieſer Saturns-Mond, wie alle uns näher bekannten, ſich während eines Umlaufs nur einmal um ſeine Axe dreht, daher bei allen Monden die Uebereinſtimmung der Rotationsperiode mit der Umlaufszeit ein Naturgeſetz zu ſein ſcheint.

Die **Entfernungen** aller 7 Monde in geographiſchen Meilen ſind auf der Zeichnung angegeben, brauchen alſo hier nicht wiederholt zu werden. Auffallend iſt jedoch die außerordentliche Nähe, in welcher die meiſten ſich um den Saturn bewegen; noch der vierte iſt von deſſen Oberfläche nicht ſo weit entfernt, wie unſer Mond von der Erdfläche, und ſelbſt der fünfte geht kaum 20000 Meilen darüber hinaus. Erſt der ſechſte übertrifft den dritten Mond Jupiter's; und nun ſpringt auf einmal der ſiebente auf die dreifache Entfernung des ſechſten. Völlige Genauigkeit iſt jedoch wegen der großen Entfernung von der Erde nicht zu erwarten und die beiden nächſten ſind überdies noch wenig beobachtet.

Die **Umlaufszeiten** zeigen eine ähnliche, jedoch mit Rückſicht auf die Entfernung nicht völlig ſo große Geſchwindigkeit wie beim Jupiter, wo ſie den mittlern und äußern Planeten gleich kam. Von den Saturns-Trabanten vollendet der erſte ſeinen Umlauf in weniger als 1 Tage (22½ Stunden), der zweite in 1⅓ Tag, der dritte in 1⅞, der vierte in 2⅔, der fünfte in 4½, der ſechſte in 16, der ſiebente dagegen erſt in 80 Tagen. Doch iſt auch in dieſer Hinſicht noch Manches nicht völlig gewiß, namentlich in Anſehung des zweiten, vierten, fünften und ſiebenten. Am beſten iſt überhaupt der ſechſte bekannt.

Von dem **Durchmeſſer**, der **Maſſe** und **Dichtigkeit** der Saturns-

Trabanten wiſſen wir nichts Zuverläſſiges, weil bei der Kleinheit derſelben in einer Entfernung, wo eine Bogenſecunde = 800 Meilen iſt, alle Meſſungen kleinerer Größen äußerſt ſchwierig werden. Eben deswegen läßt ſich auch über das Licht, welches ſie dem Planeten mittheilen, nichts weiter ſagen, als daß es ſowohl wegen ihrer Kleinheit, als wegen der ſchwachen Sonnenbeleuchtung, welche nur $\frac{1}{91}$ der unſrigen beträgt, ſehr gering ſein muß. Anders aber verhält es ſich mit dem **Saturnsſcheine** oder dem vom Planeten reflectirten Lichte, welches ſie auf ihrer Nachtſeite von ihm erhalten. Noch der ſiebente Mond erblickt den Durchmeſſer Saturn's nur um $\frac{1}{5}$ kleiner, und der erſte 20 Mal ſo groß als unſer Mond die Erde, doch empfängt jener nur $\frac{1}{143}$ der Lichtſtärke unſeres Mondſcheins, bei dieſem hingegen iſt der Saturnsſchein ungefähr 58 Mal ſo ſtark als der Mondſchein für uns.

Nichts aber hat ſeit Erfindung der Fernröhre die Aufmerkſamkeit der Beobachter mehr auf ſich gezogen, als das **Ringſyſtem** Saturn's, denn es iſt in unſerm ganzen Sonnenſyſteme das einzige ſeiner Art und verurſacht auf ſeinem Planeten ganz eigenthümliche Verhältniſſe. Dieſe konnten nach dem allgemeinen Maßſtabe nicht deutlich dargeſtellt werden, daher in Fig. VI. eine zehnmalige Vergrößerung angewendet iſt, worin aber die Stellung Saturn's gegen ſeine Bahnebene die nämliche iſt, wie in Fig. V., folglich auch alle correſpondirende Linien parallel laufen.

Das flache, den Saturns-Aequator frei umſchwebende Ringſyſtem beſteht aus mehreren, durch Zwiſchenräume von einander geſchiedenen Ringen, von denen der innerſte und breiteſte durch einen großen Zwiſchenraum von dem äußern getrennt iſt, der aus mehreren durch kleinere Zwiſchenräume geſchiedenen Ringen zu beſtehen ſcheint. Die Abſtände der verſchiedenen Ränder der beiden Hauptringe vom Mittelpunkte des Planeten ſind auf der Zeichnung angegeben, woraus folgt, daß der innere Rand des erſten Ringes von der Oberfläche Saturn's 4594 geogr. Meilen entfernt iſt, alſo kaum $\frac{1}{11}$ ſo weit, als unſer Mond von uns; daß aber die Breite des erſten zuſammenhängenden Ringes 3733, des großen Zwiſchenraums 387, und die Breite der äußern Ringe mit ihren Zwiſchenräumen zuſammengenommen, 1927 geogr. Meilen beträgt, letztere alſo 208 Meilen größer iſt, als der Durchmeſſer der Erde. Die Dicke des Ringes iſt zu gering, als daß ſie in dieſer Entfernung eine Meſſung zuließe; doch hat Hr. Prof. Beſſel in Königsberg aus den Störungen deſſelben unter der Vorausſetzung, daß ſeine Dichtigkeit der des Saturn's gleich ſei, eine Dicke von nur $29\frac{3}{5}$ geogr. Meilen berechnet, welche bei Saturn's Oppoſition nur etwa $\frac{1}{30}$ B.-Sec. beträgt. Aus 5 hellen glänzenden Punkten auf dem Ringe beſtimmte Herſchel die Rotationszeit deſſelben auf 10 St. 32 Min., ſo daß dieſelbe 2 Min. 33 Sec. länger iſt als des Planeten. Auch iſt es wahrſcheinlich, daß die verſchiedenen Ringe nicht völlig gleiche Rotationszeit haben. Eben ſo

wenig liegen ſie genau in einer Ebene, ſondern ſie haben kleine Neigungen gegen einander und ihr gemeinſchaftliches Centrum fällt nicht ganz mit dem Mittelpunkte Saturn's zuſammen. Ueberdies ſcheinen ſie nicht überall gleiche Dicke zu haben, und einige Beobachter glaubten zu bemerken, daß einige ſehr große Erhöhungen zu beiden Seiten der Ringflächen dergeſtalt mit ihren Spitzen einander gegenüberſtänden, daß man die Ringe als Conglomerate von einer Menge kleiner Monde betrachten könne, obgleich es wahrſcheinlicher ſein dürfte, daß ſie bei der allmähligen Verdichtung Saturn's ſich als zuſammenhängende Ringe von deſſen Aequatorial-Zone abgelöſt haben. Alle jene Ungleichheiten tragen übrigens dazu bei, und ſind nothwendig, die Ringe im Gleichgewichte zu erhalten.

Eben ſo einzig in ihrer Art, als das Ringſyſtem an ſich ſchon iſt, müſſen auch die Erſcheinungen und Verhältniſſe ſein, welche es auf dem Saturn verurſacht. Wegen ſeiner Nähe und des Planeten Abplattung von $\frac{1}{10}$ ſeines Durchmeſſers iſt es unter deſſen Polen völlig unſichtbar. Erſt unter $66\frac{2}{3}^0$ der Saturnsbreite kommt, wie die Zeichnung (zur Rechten) verſinnlicht, der äußerſte Rand des äußern Ringes in den Horizont, unter $63^0,37'$ die innerſte Kante der äußern Ringe, unter $62^0,57'$ die äußere Kante des innern Ringes; jedoch ſo, daß ihre Mitte ſogar am längſten Tage noch in den Schattenkegel Saturn's fällt, der ſich von da an immer mehr erweitert, bis unter $53^0,28'$ auch die innere aber verfinſterte Kante des innern Ringes auf der Mitternachtſeite zum Vorſchein kommt. Von da an hebt ſich dieſe innere Kante immer höher über den Horizont, bis unter $37\frac{1}{2}^0$ das ganze Ringſyſtem in ſeiner größeſten Breite, nämlich von $15^0,26'$, geſehen wird. Denn, kommt man dem Aequator noch näher, ſo ſteigt zwar der Ring immer höher bis zum Zenith, aber die perſpectiviſche Verkürzung vermindert ſeine Breite, und unter dem Aequator ſieht man nur den ſchmalen Bogen der innern Kante durchs Zenith gehen.

Jene Mitternachts-Anſicht des Ringſyſtems aus dem vortheilhafteſten Standpunkte Saturn's, nämlich $37\frac{1}{2}^0$, habe ich in Fig. VII. nach der nämlichen Projectionsart wie die Abend-Anſichten des Fixſtern-Himmels darzuſtellen geſucht, nur mit dem Unterſchiede, daß hier das Auge unter dem Gewölbbogen gegen Süden gerichtet iſt. Daher ſind denn die Bogen, welche das Netz bilden, von anderer Art. Der Gewölbbogen iſt hier nicht der Orts-Meridian, ſondern der Scheitelkreis oder Verticalkreis durch den Oſt- und Weſtpunkt des Horizonts, und in deſſen Mitte gerade über dem Beobachter das Zenith oder der Scheitelpunkt, und unter dem Beobachter das Nadir oder der Fußpunkt. Die Baſis der Zeichnung ſtellt zweierlei vor, nämlich theils die Brücke, auf welcher der Beobachter ſteht, theils den Horizont, der im Oſt- und Weſtpunkte mit jener zuſammen ſtößt, übrigens aber als Halbkreis des Horizonts von ihr zurückweicht, am meiſten gegen den mittlern Scheitel-

kreis gegen Süden, der hier zugleich der Orts-Meridian iſt und im Horizonte den Südpunkt ſchneidet. Auf den Horizont bezieht ſich auch die Gradeintheilung, welche nicht wie bei der Rectaſcenſion und Länge bloß links rings um den Cirkel gezählt wird, ſondern rechts und links vom Südpunkte und deſſen Scheitelkreiſe. Dieſe Grade führen den Namen Azimuth. Endlich haben auch die mit dem Horizonte parallel gehenden Kreisbogen (welche freilich in der Projection eben ſo wenig parallel gezogen werden konnten, wie die Parallelkreiſe) hier den beſondern Namen der Alumcantharat oder Höhenkreiſe.

Hier ſteigt nun zwiſchen Südoſt zum Oſten und Südweſt zum Weſten der flache Ringbogen aus dem Horizonte bis gegen 30° Höhe empor, der innere Rand des Ringes aber kaum auf die Hälfte, und über die Mitte des innern Ringes verbreitet ſich der obere Theil von Saturn's Schattenkegel, ſo daß kaum die Hälfte der innern ſichtbaren Kante unverfinſtert bleibt. Ueber demſelben ſind die 6 erſten Monde nach ihrem ſcheinbaren Abſtande, wie er ſich von dieſem Standpunkte des Saturn's für den Fall darſtellt, daß ſie ſämmtlich zugleich im Meridiane ſtänden. Nach ihrer ſcheinbaren Größe aber konnten ſie nicht dargeſtellt werden, weil die wirkliche unbekannt iſt; es blieb alſo nichts übrig, als die nähern etwas größer zu zeichnen als die entferntern. Der ſiebente Mond aber konnte gar nicht dargeſtellt werden, weil er zur Zeit des längſten Saturnstages als Vollmond vom äußern Ringe bedeckt wird, wogegen er im Saturnswinter als Vollmond noch 4 Grade höher ſteht als unſer Mond.

Betrachten wir nun, wieder zur Fig. VI. zurückkehrend, wie der Ring ſich der Tagſeite Saturn's am längſten Tage der nördlichen Halbkugel, und zwar zuerſt wieder aus dem vortheilhafteſten Standpunkte, nämlich 37½ Gr. N. Br., darſtellt, ſo finden wir im Weſentlichen dieſelbe Anſicht wie auf der Nachtſeite, nur mit dem Unterſchiede, daß hier der Saturnsſchatten wegfällt und die ganze Fläche von den Sonnenſtrahlen unter einem Einfallswinkel von 26⅚ Graden erleuchtet wird, ſo daß ſie von einem Spiegel auf der Mitte des Ringſyſtems faſt gerade auf jenen Standpunkt reflectirt würden. Daſelbſt muß alſo am Tage auch die größeſte Helligkeit deſſelben zu ſehen ſein. Doch wären ſie für unſere Augen ſchwerlich ſehr blendend, theils weil die Oberfläche ſehr uneben zu ſein ſcheint, theils weil wegen der Größe des Saturnskörpers der innere Rand ſchon 8000 Meilen, der äußere Rand aber 13500 Meilen von jenem Standpunkte entfernt iſt, theils weil das Sonnenlicht nur 1/91 der Stärke hat, welche es auf unſerm Monde beſitzt. Alſo werden auch alle einzelnen Punkte der Ringoberfläche kaum mit der Deutlichkeit erkannt werden können als auf unſerm Monde.

Der Saturns-Aequator ſieht in dieſer Jahreszeit des Planeten am Mittage nur die dunkle innere Kante des Ringes; um Mitter-

nacht aber zwei ſchmale leuchtende Bogen, welche ſich in Oſten und Weſten ſenkrecht bis etwa 45 Grad über den Horizont erheben, dann aber vom Saturnsſchatten unterbrochen werden. Zur Zeit der Aequinoctien aber bleibt nur ſehr wenig von dieſen Bogen übrig, theils weil die ganze Breite des Saturnsſchattens auf ſie fällt, theils weil das horizontale Sonnenlicht nur ſehr wenig von der innern Kante erreichen kann. Auf der Tagſeite aber iſt dann die ganze innere Kante dunkel bis auf das reflectirte Licht, welches der Saturnsſchein über dieſelbe verbreitet.

Auf der Winterſeite kehrt der Ring dem Planeten die dunkle Fläche zu und iſt folglich Nachts unſichtbar, außer durch die Bedeckung aller hinter ihm liegenden Sterne; am Tage aber beraubt er ihn Monate, ja an vielen Stellen mehrere unſerer Jahre hindurch alles Sonnenlichts durch fortwährende totale Sonnenfinſterniſſe. Denn der Ringſchatten wandert im Winterhalbjahre vom Aequator gegen den Pol und wieder zurück, ſo daß viele Gegenden zweimal lange Sonnenfinſterniſſe mit der kurzen Unterbrechung haben, in welcher das Sonnenlicht durch den Zwiſchenraum zwiſchen dem innern und äußern Ringe auf den Saturn fällt. Am ſchlimmſten iſt es unter 25 Grad, wo in dem Winterhalbjahre von den $14^3/_4$ unſerer Jahre, die es dauert, 10 Jahre vergehen, in denen nur 2 Mal wegen des Zwiſchenraums der Ringe etwa 8 Wochen lang die Sonne ſichtbar iſt, ſonſt aber ununterbrochene totale Sonnenfinſterniß herrſcht. Sogar noch unter 5^0 Saturnsbreite iſt die Sonne nach und vor jedem Aequinoctium im Winterhalbjahre $6^1/_2$ Monate lang verfinſtert, wobei eine jedesmalige Unterbrechung von nur 9 Tagen ſtattfindet, weil dort der Zwiſchenraum der beiden Ringe in einer ſehr ſchiefen Richtung gegen die Sonne ſteht und daher ihren Strahlen nur einen ſehr ſchmalen Durchgang verſtattet.

Was endlich die Finſterniſſe betrifft, **welche die 6 erſten Monde verurſachen und erleiden**, ſo verhält es ſich damit ganz anders, als bei den Jupiters-Trabanten. Zwar ſtehen jene eben wie dieſe in der Aequatorebene ihres Planeten; aber dieſe weicht beim Saturn $26^5/_6$ Gr. von der Bahnebene ab, ſtatt daß ſie beim Jupiter bis auf 3 Gr. mit derſelben zuſammenfällt. Daher ſtehen die Saturns-Monde, wie aus der Zeichnung deutlich zu erſehen iſt, in den Solſtitien ſowol gegen den Körper als gegen den Schattenkegel Saturn's in ſolcher Stellung, daß weder ihr Schattenkegel den Saturn zu treffen vermag, noch ſie ſelbſt von ihm verfinſtert werden können. Um die Zeit der Aequinoctien hingegen erfolgen beide Arten von Finſterniſſen eine Zeitlang bei jedem Umlaufe, doch ſind die Perioden, in welchen dieſes geſchieht, bei den nähern Trabanten länger, bei den entferntern kürzer. Sie dauert nämlich vor und nach jedem der Aequinoctien zuſammengenommen bei dem erſten Monde $10^1/_2$ Jahre mit nahe 2000 Umläufen, beim ſechſten nur faſt 1 Jahr mit 22 Finſterniſſen. Folglich hat jede Halbkugel Saturn's $4^1/_4$ Jahre

lang gar keine Sonnenfinſterniſſe, und in den übrigen 10 Jahren, je näher den Aequinoctien, deſto häufigere. Von den Monden aber iſt der erſte in den 29⁶/₁₃ Jahren des tropiſchen Saturn-Umlaufs 8½ Jahre, der ſechſte aber nahe 27½ Jahre hindurch frei von allen Sonnenfinſterniſſen, bieten alſo dem Saturn keine Mondfinſterniſſe dar, während ſie in der übrigen Zeit bei jedem Monds-Umlaufe erfolgen. Der ſiebente Mond hingegen hat und verurſacht, eben wie unſer Mond, nur in den Knoten ſeiner Bahn Verfinſterungen.

4. Uranus-Trabanten, bis jetzt 6 Monde.

Nur dem Entdecker des Uranus ſelber, dem ältern Herſchel (und ſpäter deſſen Sohne), ward es durch ſeine mächtigen Teleſkope möglich, ſeit 1787 mehrere und zuletzt 6 Monde des Uranus, aber als die feinſten Lichtpunkte, die es am Himmel giebt, wahrzunehmen. Alles, was wir von ihnen wiſſen, beruht alſo bisher faſt bloß auf den Beobachtungen dieſer berühmten Aſtronomen; und dieſe Beobachtungen ſelbſt waren ſo ſelten und mit ſo großen Schwierigkeiten verknüpft, daß die daraus abgeleiteten Berechnungen nur bei dem zweiten und vierten dieſer Monde zu einiger Sicherheit gelangen konnten, und daß es wahrſcheinlich dem erſt im vorigen Jahre (1845) aufgeſtellten, aber noch nicht ganz vollendeten Rieſen-Teleſkope des Lord Roß von 6 Fuß Spiegeldurchmeſſer, vorbehalten bleibt, die Kenntniß derſelben zu berichtigen und zu vervollſtändigen. Die bis jetzt gefundenen Entfernungen vom Planeten ſind auf der Zeichnung angegeben, woraus man ſieht, daß der erſte dieſer Monde faſt den nämlichen Abſtand vom Planeten hat, wie unſer Mond, der ſechſte aber nahe den ſiebenfachen.

Die **Umlaufszeiten** ſind nach jenen Beobachtungen für den erſten Mond 6 Tage, für den zweiten reichlich 8⅔, für den dritten 11, für den vierten nahe 13½, für den fünften 38, für den ſechſten 108 Tage.

Die größeſte Merkwürdigkeit an ihnen iſt die **Lage der Bahnen**, die wenigſtens bei dem zweiten und vierten dieſer Monde im Allgemeinen verbürgt werden kann. Sie iſt für den vierten 99 Gr. 43 Min. 53,₃ Secunden, alſo nahe ſenkrecht auf der Bahn, oder geht vielmehr faſt 10 Gr. über die ſenkrechte Stellung hinaus, wenn man ſie auf den Pol des Planeten bezieht, deſſen Umdrehung der Richtung des Umlaufs entſprechen würde, wenn er nicht, ſtatt über der Bahn zu ſtehen, bereits unterhalb derſelben läge. Daher iſt die Bewegung der Monde ſchon rückläufig, wie es oben S. 132 näher erklärt iſt.

Auch auf die **Phaſen** dieſer Monde, wie ſie vom Uranus aus geſehen werden, hat die von allen übrigen abweichende Stellung ihrer Bahnen einen beachtenswerthen Einfluß. In der auf der Zeichnung dargeſtellten und in der entgegengeſetzten, wo die Sonne über einem der bei-

den Pole ſteht, bleiben die Monde auf ihrem ganzen Umlaufe in der Quadratur, d. h. ſie zeigen dem Planeten die Hälfte ihrer erleuchteten Seite. Neu- und Vollmonde mit allen dazwiſchen liegenden Phaſen treten aber nur in den Saturns-Aequinoctien, alſo alle 42 unſerer Erdenjahre, ein, wo die Sonne über dem Aequator ſteht, dauern dann aber wegen der langſamen Winkelbewegung des Planeten eine ziemliche Zeit hindurch, und nur dann können Finſterniſſe ſtattfinden. In den Zwiſchenpunkten haben die Monde zwar auf ihren Umläufen veränderliche Phaſen, und zwar in der Annäherung zur Conjunction die kleinſten, zur Oppoſition aber die größeſten, je nachdem die Zeiten der Uranus-Aequinoctien näher oder entfernter ſind; aber in jenen Punkten kann es bei keinem Umlaufe zu einem eigentlichen Voll- oder Neumonde bei ihnen kommen.

Dritte Abtheilung. C.

Anhang. Ueber die Kometenbahnen.

Ueberflüſſig ſchien es mir, eine beſondere Tafel für die Kometenbahnen zu entwerfen, weil dieſe ſchon von dem Wiener Aſtronomen, Littrow dem Aeltern, in der kleinen Schrift „Ueber den gefürchteten Kometen des gegenwärtigen Jahres 1832", ſo zweckmäßig dargeſtellt ſind, daß ich nichts Beſſeres zu thun weiß, als die Liebhaber, welche ſich auch mit ihnen bekannt zu machen wünſchen, auf dieſelbe, die für einen billigen Preis zu haben iſt, zu verweiſen. Sie werden in dieſer Schrift auch eine ſo faßliche Erklärung der anſchaulichen Darſtellung finden, daß ich nicht nöthig finde, etwas darüber hinzuzufügen. Zwar bezieht ſie ſich zunächſt nur auf den damals gefürchteten Biela'ſchen Kometen nebſt dem Halley'ſchen, Encke'ſchen und Olbers'ſchen, von denen die beiden mittlern rückſichtlich ihrer Bahnen und Umlaufszeiten nicht bloß berechnet, ſondern auch durch wiederholte Rückkehr vollkommen beſtätigt ſind; doch werden ſie dann auch den ſehr intereſſanten Abſchnitt von Mädler's Pop. Aſtron. S. 282 bis 346, der ſich mit dieſem Gegenſtande beſchäftigt, und eine lehrreiche Geſchichte der Kometenerſcheinungen nebſt einer Ueberſichtstabelle der bis jetzt berechneten Kometenbahnen hinzufügt, deſto leichter verſtehen. Daher beſchränke ich mich auf einige wenige Worte, um eine vorläufige Bekanntſchaft mit der Sache zu vermitteln.

Das Alterthum betrachtete die Kometen als bloße Lufterſcheinungen, und wegen ihres plötzlichen Erſcheinens, wie auch wegen ihres feurigen,

fremdartigen Ausſehens als drohende Zeichen göttlichen Zorns. Zwar findet ſich ſchon beim Seneca, dem bekannten Lehrer Nero's, in deſſen 7 Büchern von Unterſuchungen über die Natur, bei Erwähnung der phantaſtiſchen Meinungen mehrerer Philoſophen über dieſen Gegenſtand, die merkwürdige Aeußerung: „Es werde ſich einſt Jemand finden, der zeige, in welchen Gegenden die Kometen umher irren, warum ſie ſo abgeſondert von den übrigen Sternen ziehen, wie groß und von welcher Beſchaffenheit ſie ſind." Aber es vergingen noch über 1½ Jahrtauſende, bis die Weiſſagung erfüllt ward. Denn erſt bei dem großen Kometen von 1680 äußerte Paſtor Dörfel in Plauen die Vermuthung von einer paraboliſchen Bahn deſſelben, auf welche ſchon früher der Herzog Henry Percy von Northumberland gekommen zu ſein ſcheint. Endlich aber wagte es einer der größeſten praktiſchen Aſtronomen Englands, Halley, ein Freund Newton's, indem er zur Vorſtellung einer elliptiſchen Bahn überging, die Erſcheinung des Kometen, der von ihm den Namen hat, und deſſen wiederholte Wiederkehr ihm aus den Berichten früherer Zeiten höchſtwahrſcheinlich geworden war, für das Jahr 1758 vorauszuſagen. Zwar erſchien er erſt im folgenden Jahre 1759, aber die unterdeſſen fortgeſchrittene Kenntniß der Störungen zeigte, daß er während ſeines Laufes durch die mächtigſten Planeten unſeres Sonnenſyſtems geſtört und in ſeiner Bewegung verzögert war. Auch hat ſich ſeine Periode von 76 Jahren durch ſein Wiedererſcheinen im J. 1835 beſtätigt, und die höchſt merkwürdigen Erſcheinungen, welche er damals darbot, finden ſich von Beſſel in Schumacher's Jahrbuch 1837 beſchrieben. Doch erſt 1815 fand Olbers in Bremen einen zweiten Kometen, deſſen Umlauf von 75 Jahren ſich berechnen ließ und von Beſſel genauer zu 74¹/₂₀ Jahr beſtimmt iſt. Sein Perihel hat den Abſtand unſerer Erde von der Sonne, und ſein Aphel iſt 1¼ Mal ſo weit von der Sonne als die Jupitersbahn. Doch wird erſt im J. 1890 ſeine Wiederkehr die Rechnung beſtätigen. Vorzüglich merkwürdig aber iſt der von Pons entdeckte, von Encke berechnete und nach letzterm benannte Encke'ſche Komet, der ſein Perihel in der Entfernung der Merkursbahn, ſein Aphel aber noch innerhalb der Jupitersbahn hat und deſſen Excentricität 0,₈₄₅, folglich reichlich 4 Mal ſo groß iſt als Merkur's. Da ſeine Umlaufszeit nur 3³/₁₀ Jahre beträgt, ſo hat ſeine Wiederkehr ſchon mehrmals, nämlich 1819 in Europa, und 1822 in Neuholland von Hrn. Rümker (jetzt in Hamburg) beobachtet werden können, wodurch deſſen Bahn nach allen auf derſelben vorkommenden Störungen jetzt ſchon ſo genau berechnet iſt, daß die Abweichung ſich jedes Mal nur auf einige Stunden und Minuten beſchränkt. Dabei hat ſich nun gezeigt, daß dieſer dünne Weltkörper bei ſeinem Umlaufe um die Sonne einen Widerſtand erleide, daß alſo der Himmelsraum nicht leer, ſondern mit einer widerſtandsfähigen Materie, die man den Aether oder Himmels-Aether nennt, erfüllt ſein

müſſe. Der Einfluß, den dieſer Umſtand auf die Stabilität (Fortdauer) des Zuſtandes unſeres Sonnenſyſtems habe, iſt daher ſchon ein Gegenſtand der aſtronomiſchen Forſchungen geworden. Der vierte Komet iſt der Biela'ſche, der von ſeinem Entdecker, dem Oeſterreichiſchen Officier Biela, den Namen führt und zu einer Umlaufszeit von 6 Jahren und 270 Tagen berechnet iſt. Sein Aphel ſteht in $1\frac{1}{4}$ Jupitersferne von der Sonne, und ſeine Bahn durchſchneidet in einem Punkte die Erdbahn, woraus die Furcht vor einem Zuſammenſtoße mit demſelben entſtand.

Doch iſt dieſe Gefahr nicht ſo groß, wie ſie Einigen erſchien, theils, weil die Ebenen der Kometenbahnen mehr oder weniger eine ähnliche Lage haben, wie die Bahnen der Uranus-Trabanten, und daher, wenn ſie auch die Planetenbahnen ſchneiden, dieſes doch nur in einem einzigen Punkte thun, wo die augenblickliche Anweſenheit des Planeten ſehr unwahrſcheinlich iſt, theils weil ihre Dichtigkeit ſo gering iſt, daß zuweilen ſelbſt durch den Kern die Strahlen eines von ihm bedeckten Sterns ungebrochen hindurch gegangen ſind. Daher iſt ihre geringe Maſſe nicht im Stande, auf die Planeten eine irgend bemerkliche Störung auszuüben, ja der Lexell'ſche Komet von 1770 ging im J. 1779 zwiſchen dem Jupiters-Syſteme hindurch, ohne dort eine merkliche Störung zu bewirken; er ſelbſt aber iſt wahrſcheinlich durch die Anziehung Jupiter's in eine ganz andere Bahn geworfen, und dieſem Umſtande wird es zugeſchrieben, daß er ſich nicht wieder gezeigt hat, ungeachtet ſeine frühere Bahn eine Umlaufszeit von $5\frac{7}{12}$ Jahren ergeben hatte.

Die weſentlichen Merkmale, an denen Kometen als verſchiedene oder als die nämlichen erkannt werden, ſind nicht ihre äußerlichen Beſchaffenheiten, die ſich oft bei ihrer Wiederkehr ſehr verändert haben, ſondern die Elemente ihrer Bahnen, beſonders folgende fünf:

1. Die Entfernung des Perihels von der Sonne.
2. Der Ort dieſes Perihels (deſſen Länge in der Ekliptik).
3. Die Zeit des Perihels (d. h. des Durchganges des Kometen durch das Perihel).
4. Der Ort des aufſteigenden Knotens (nach Längengraden in der Ekliptik).
5. Die Neigung der Kometenbahn gegen die Ekliptik.

Dazu kommt noch die Angabe, ob die Bewegung des Kometen rechtläufig, direct (D) oder rückläufig retrograd (R) iſt. Doch wird dieſes Element nicht als ein ſelbſtſtändiges betrachtet, weil es aus der Neigung der Bahn folgt, indem, eben wie bei den Uranus-Trabanten, die Bewegung rückläufig wird, ſobald die Neigung über 90° ſteigt. Solche rückläufige Kometen finden ſich aber in großer Zahl; auch der eben erwähnte Halley'ſche gehört zu ihnen.

Jene fünf Elemente laſſen ſich aus drei vollſtändigen Beobachtungen des Kometen finden, und aus denſelben derjenige Theil ſeiner Bahn, der

in ſeiner Sonnennähe unſern Beobachtungen zugänglich iſt, *als Parabel* (d. h., als eine krumme Linie oder *Curve*, welche den Kegelſchnitt begrenzt, der parallel mit der Seite des Kegels geführt wird) berechnen, von deren Form ſie, außer bei dem Encke'ſchen Kometen, in dieſer Region nur um eine ſchwer zu beobachtende Größe abweicht. Freilich iſt es ſehr unwahrſcheinlich, daß ſie wirkliche Parabeln ſind. Denn da deren Arme in divergirenden geraden Linien auslaufen, ſo könnte kein Komet, der einmal die Sonne umkreiſt hätte, jemals wieder zu derſelben zurückkehren, und jeder erſcheinende müßte als ein ganz neuer Ankömmling aus völlig unbekannten Regionen betrachtet werden. Ueberdies hat die Beobachtung von 150 Kometen ſchon durch ihre Abweichung von den Geſetzen der Parabel eine *elliptiſche Bahn* angedeutet, und von zwei derſelben durch mehrmalige Rückkehr zur Sonne die Wirklichkeit derſelben durch die Erfahrung bewieſen. Es iſt daher wenigſtens ſehr wahrſcheinlich, daß auch die übrigen, deren Zahl ſchon Keppler mit den Fiſchen des Oceans verglich, und von Andern nach der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung auf mindeſtens ½ Million geſchätzt wird, ſich gleichfalls in elliptiſchen Bahnen um die Sonne bewegen. Weil aber dieſe ſehr excentriſch ſind, ſo nähert ſich ihr Bogen in der Nähe ihrer kleinen Axe ſo ſehr der Parabel, daß die Abweichung von den Geſetzen der Parabel ſchwer zu erkennen iſt. Daher muß man ſich bei ſehr vielen, die keine wiederholten ſehr genauen Beobachtungen in bedeutenden Abſtänden ihrer Bahnpunkte zulaſſen, mit der paraboliſchen Berechnung begnügen, welche auch hinreichend iſt, die Identität eines Kometen bei ſeiner *Wiederkehr* zu erkennen. Iſt aber die elliptiſche Bahn gefunden, dann iſt die große Axe nebſt der Entfernung des Aphels von der Sonne, und die Umlaufszeit beſtimmt. Da jedoch die Unterſchiede der Ellipſen von den paraboliſchen Curven meiſtens ſo fein ſind, daß die kleinſte Ungenauigkeit in den Beobachtungen ſehr große Unrichtigkeiten in der Berechnung der großen Axen und Umlaufszeiten veranlaſſen kann, ſo bedürfen die Berechnungen der Ellipſen, wo ſie möglich ſind, doch noch immer der Controle der Erfahrung durch die Wiederkehr des Kometen, die aber bei vielen erſt nach Jahrhunderten, ja ſogar bei einigen erſt nach Jahrtauſenden zu erwarten iſt. Es geht z. B. aus den Halley'ſchen Beobachtungen des außerordentlich großen Kometen vom J. 1680 hervor, daß derſelbe 8800 Jahre zu ſeinem Umlaufe gebrauche, wobei ſein Aphel ſich zu 17600 Mill. Meilen von der Sonne entfernt und in demſelben ſeine Geſchwindigkeit ſich bis zu 10 Fuß in der Secunde vermindert, ungeachtet ſie im Perihel, welches ſich der Sonnenoberfläche bis auf 36000 Meilen oder $\frac{7}{10}$ unſerer Mondsdiſtanz näherte, 53 Meilen in der Secunde betrug, alſo 125000 Mal größer war. Dennoch bleibt er weit außer dem Bereiche anderer Sonnen, weil ſein Aphel nur 44 Uranusweiten beträgt, der wahrſcheinlich nächſte Fixſtern aber,

α des Centauren, eine Entfernung von 11000, und 61 des Schwanes von 31000 Uranusweiten hat.

Die **phyſiſche Beſchaffenheit** der Kometen, ihrer Schweife, von denen ſie den Namen haben, und der Veränderungen, welche ſie während eines Umlaufs erleiden, bietet noch viel Räthſelhaftes dar. Vorzüglich iſt es ſchwer zu begreifen, wie ſie — ungeachtet einer ſo geringen Dichtigkeit, daß ſie die Strahlen eines Sterns ungebrochen durch ihren Kern gehen laſſen, welche alſo mehr als 1000 Mal ſchwächer ſein muß, wie die allerdünnſte Luft, und daß ſie trotz der ungeheuern Größe ihrer Nebelhüllen und Schweife, die oft den Sonnendurchmeſſer übertreffen, noch nie die geringſte Spur einer ſtörenden Einwirkung auf ſehr nahe Planeten und Trabanten äußerten —, dennoch den Geſetzen der Schwere folgen und die Sonnenſtrahlen zurückwerfen können. Denn obgleich eine eigene Lichtentwickelung bei ihnen ſtattfinden mag, wie ſie auch bei der Venus wahrſcheinlich geworden iſt, ſo beweiſen doch Arago's neueſte Verſuche, daß ihr Licht der Hauptſache nach ein polariſirtes, alſo zurückgeworfenes Sonnenlicht iſt.

Sechſtes Kapitel.

Erläuterung der tabellariſchen Ueberſicht der aſtronomiſchen Verhältniſſe der Sonne und ihrer Planeten nach Tafel V.

Bei der Entwerfung der beiden tabellariſchen Ueberſichten der aſtronomiſchen Verhältniſſe der Planeten und der Trabanten konnte es, zumal bei den Perſonen, für welche ſie urſprünglich beſtimmt waren, unmöglich meine Abſicht ſein, das Gedächtniß mit einer Menge von Zahlen zu belaſten. Der Zweck war vielmehr ein ganz anderer und zwar ein dreifacher. Zuerſt ſollten nämlich durch die Ueberſchriften der Columnen die früher erklärten Verhältniſſe ſelbſt und zwar in einer ihrer natürlichen Verbindung möglichſt angemeſſenen Reihenfolge von Neuem zum Bewußtſein gebracht werden, mithin ſollten ſie zur Rekapitulation des Ganzen dienen. Zweitens wünſchte ich durch eine überſichtliche Nebeneinanderſtellung die Vergleichung der Verſchiedenheiten zu erleichtern, welche ſich in Anſehung dieſer Verhältniſſe bei den verſchiedenen Weltkörpern finden, alſo eine Art von vergleichender Aſtronomie zu veranlaſſen. Endlich beſtrebte ich mich, über jedes dieſer Verhältniſſe, welches dem Gedächtniſſe gerade nicht gegenwärtig iſt, eine möglichſt vollſtändige und mit dem geringſten Zeitaufwande verknüpfte Auskunft zu verſchaffen.

Sollte aber die Ausführung dieſem Zwecke angemeſſen ſein, ſo ſchien es vor allen Dingen nöthig, über folgende 4 Punkte ins Klare zu kommen.

1. Ueber die Auswahl der Verhältniſſe. Schon durch die Ueberſchrift iſt die Auswahl auf die aſtronomiſchen Verhältniſſe beſchränkt; es ſind alſo die reinphyſiſchen ausgeſchloſſen, welche außerhalb unſerer Erde meiſtens nur auf ſehr zweifelhaften Vermuthungen beruhen. Aber auch nicht alle aſtronomiſchen konnten aufgenommen werden, wenn die Tabelle nicht eine unbequeme Länge erhalten ſollte. Ich mußte mich daher auf diejenigen beſchränken, welche mir für die Liebhaber die wich-

tigſten ſchienen und von ihnen nicht ohne Schwierigkeit aus den übrigen abgeleitet werden können.

2. Die Zuverläſſigkeit der Angaben verdiente insbeſondere die ſorgfältigſte Rückſicht, und hier bedurfte es vor Allem einer zutrauenswürdigen Auctorität. Die immer wachſende Vervollkommnung der Beobachtungsinſtrumente und Methoden muß nothwendig in den Größenbeſtimmungen, zumal bei den entferntern Weltkörpern, bedeutende Veränderungen hervorbringen, indem, wie ſchon erwähnt iſt, 1 Bogenſecunde beim Saturn eine Länge von 800 Meilen, beim Uranus alſo die doppelte umſpannt. Daher weichen die neuern Angaben von den ältern in manchen Punkten ſehr ab, und auch künftig wird es nicht an Berichtigungen fehlen. Man muß alſo einen Führer wählen, der nicht bloß die Genauigkeit ſeiner eigenen Beobachtungen hinreichend bewährt hat, ſondern auch mit den fremden bis auf die neueſten hin genau bekannt iſt, und die dabei angewendeten Inſtrumente und Methoden einer ſorgfältigen Kritik unterwirft. Alle dieſe Erforderniſſe finden ſich in hohem Grade bei Hrn. Prof. Mädler. Daher ſind deſſen Angaben, ſo wie ſie ſich zerſtreut in ſeinem Werke finden, theils unmittelbar benutzt, theils den neuen Berechnungen, welche für einige Columnen nöthig waren, zum Grunde gelegt. Nur in Anſehung des ſideriſchen Zurückweichens der Knoten wurde beim Jupiter die Angabe vermißt, und daher dieſe Columne von Hanſen (Direct. d. Seeberger Sternwarte) entlehnt, und der Sonnenabſtand der Planeten in Meilen von Jahn.

3. Hinſichtlich der Genauigkeit der Angaben mußte in Betracht gezogen werden, daß die Tabellen nicht für Aſtronomen, ſondern für Liebhaber der Aſtronomie beſtimmt ſind. Daher ſchien eine Beſchränkung dieſer Genauigkeit, welche von der Bequemlichkeit des Gebrauchs gebieteriſch gefordert ward, nicht bloß erlaubt, ſondern ſogar nützlich zu ſein, weil ſie die Ueberſicht erleichtert. Deßwegen ſind bei den Zahlen der Sonnenfernen nur 2 bis 3 Decimalen der Millionen (alſo im letztern Falle bis auf 1000 Meilen), für die Excentricität nur 3 Decimalen der halben großen Axe beibehalten, bei den Umlaufszeiten die Zeitſecunden und deren Decimalen weggelaſſen. Nur bei ſo kleinen Gegenſtänden, wie die ſcheinbaren Durchmeſſer und einige andere, konnten die Bogenſecunden nicht entbehrt werden, und bei dem freilich noch ziemlich unſichern Verhältniſſe des körperlichen Inhalts der Pallas zur Erde mußten 5 Decimalen angewendet werden, weil es ſonſt gar nicht anzugeben war.

4. Was endlich die Anordnung der Columnen betrifft, ſo ſuchte ich nicht bloß das Verwandte zuſammen zu bringen, ſondern auch ihm eine ſolche Stellung zu geben, daß das Nachfolgende ſeinen Grund und ſeine Beſtimmung in dem möglichſt nahe Vorhergehenden finde. So erhielt ich für die Planeten 6 Hauptabtheilungen und für jede derſelben mehrere Unterabtheilungen, von denen die meiſten wieder mehrere Colum-

nen unter ſich faſſen. Um dem Auge es zu erleichtern, ſich zurecht zu finden, wurden die Haupt= und Unterabtheilungen durch Linien von verſchiedener Art unterſchieden.

Doch darf ich nicht erwarten, daß der Inhalt aller Columnen und die Art ihrer Anwendung, wie ich ſie wünſche, allen Liebhabern ohne eine nähere Erläuterung klar ſein werde; und indem ich dieſe hinzufüge, werde ich ſie zugleich benutzen, um die Möglichkeit der Angaben da, wo ſie aus den Erläuterungen der frühern Tafeln nicht hervorgeht, auf eine ſolche Weiſe darzuſtellen, daß ſie auch ohne beſondere mathematiſche Vorkenntniſſe faßlich werden könne.

Erſte Hauptabtheilung. A.

Bezeichnungen.

Die erſte Hauptabtheilung der tabellariſchen Ueberſicht bedarf nur weniger Worte zu ihrer Erläuterung, und ſie enthält nur 3 Columnen.

Die erſte derſelben theilt die Planeten in drei **Claſſen**, welche durch gewiſſe Aehnlichkeiten mit einander übereinſtimmen. Die 4 innern Planeten ſind nämlich von mittler Größe und einer nur wenig verſchiedenen längern Rotationszeit, daher ſie nach dem Vorgange des Prof. Mädler unter jenem Namen zuſammengefaßt ſind. Betrachtet man ſie aber mit Beziehung auf die Erde, ſo heißen die beiden erſten innerhalb der Erdbahn laufenden, die untern Planeten, welche eine doppelte Conjunction haben, eine untere dieſſeits und eine obere jenſeits der der Sonne. Dann heißen alle, deren Bahnen ſich außerhalb der Erdbahn befinden, obere Planeten und dieſe haben ſtatt der doppelten Conjunction eine Conjunction und Oppoſition. — Die vier mittlern heißen auch die teleſkopiſchen, weil ſie nur in Fernröhren ſichtbar ſind, eben deswegen auch die kleinen. Auch werden ſie die Aſteroiden genannt.— Die drei äußern unterſcheiden ſich theils durch ihre Größe, in welcher Jupiter und Saturn alle übrigen weit übertreffen, und auch Uranus vor denſelben bedeutend hervorragt, theils durch ihre ſchnelle Rotation, welche zwar vom Uranus noch nicht bekannt, aber wegen der ſtarken Abplattung, die man wahrgenommen haben will, wahrſcheinlich iſt, theils durch die Menge ihrer Trabanten.

Die **Namen** der ältern Planeten beziehen ſich auf die Götternamen des Alterthums und ſind in der lateiniſchen Ueberſetzung der griechiſchen Namen üblich geworden. Nach der Analogie derſelben hat auch der Name

Uranus die Oberhand behalten, weil dieſer als Vater Saturn's mit dieſem in dem nämlichen Verhältniſſe ſteht, wie Saturn zum Jupiter. Zu den ſpäter entdeckten 4 mittlern Planeten wählte man die vornehmſten weiblichen Perſonen jener Götterfamilie, unter welchen bekanntlich Pallas der griechiſche Name für die römiſche Minerva iſt.

Die **Zeichen** werden auch für die Metalle gebraucht, ſo daß ☉ Gold, ☽ Silber, ☿ Queckſilber, ♀ Kupfer, ♂ Eiſen, ♃ Zinn, ♄ Blei anzeigt. Die Beziehungen aber, welche einſt die Aſtrologen zwiſchen den Weltkörpern und Metallen fanden, und aus welchen ſie die Nativität ſtellten, d. h. die Schickſale der während gewiſſen aſtronomiſchen Verhältniſſen der Planeten gebornen Menſchen vorher ſagen wollten, ſind längſt als thörichte Träumereien aufgegeben worden.

Zweite Hauptabtheilung. B.

Bahnverhältniſſe.

Die Bahnverhältniſſe der Planeten gehören zu den erſten und wichtigſten Unterſuchungen der Aſtronomen und ſind denſelben am genaueſten bekannt, daher ſie auch auf der Tabelle den erſten und größeſten Platz einnehmen. Zu ihnen gehören die Entfernung derſelben von der Sonne, die Excentricität ihrer Bahnen, ihre Umlaufszeit und die Neigung ihrer Bahnen gegen die Erdbahn, welche daher vier Unterabtheilungen bilden, deren jede in mehrere Columnen zerfällt.

1. Abſtand der Planeten von der Sonne.

Von den vier Gegenſtänden, welche unter der großen Rubrik der Bahnverhältniſſe zuſammengefaßt ſind, dürfte es den Liebhabern am ſchwerſten werden, ſich eine vorläufige klare Vorſtellung zu bilden, wie es möglich ſei, die Entfernungen der Planeten von der Sonne und von einander zu erkennen. Daher ſcheint es mir weſentlich zum Zwecke dieſer Schrift zu gehören, dieſen Punkt ſo weit klar zu machen, als es ohne ſonderliche Kenntniß der Mathematik geſchehen kann.

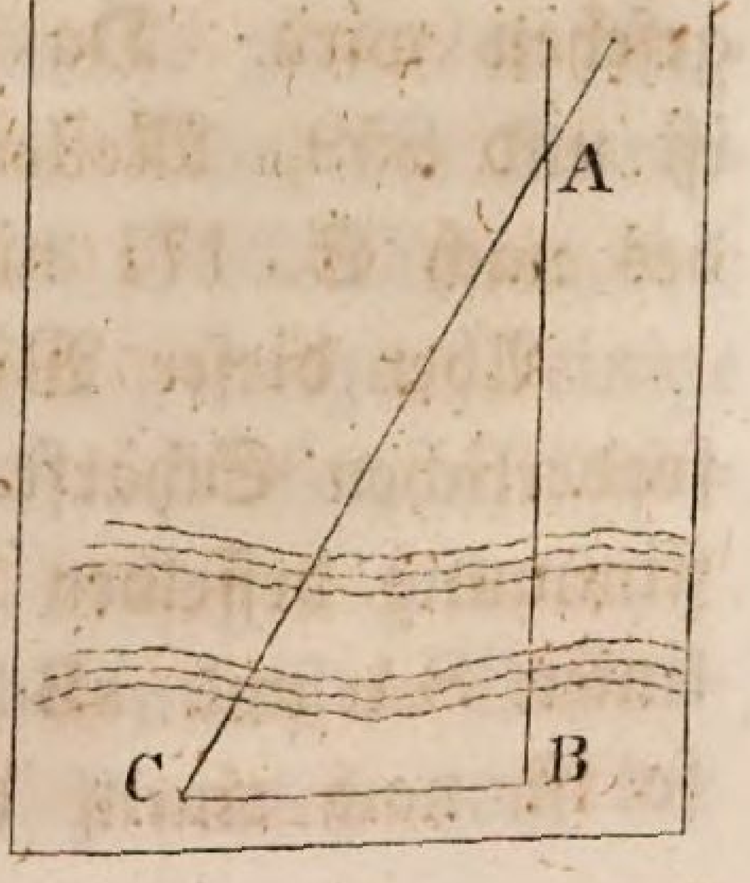
Der Durchmeſſer oder auch der Halbmeſſer der Erde mußte den Maßſtab abgeben und daher vor allen Dingen zuerſt die Größe deſſelben nach einem bekannten irdiſchen Maße gefunden werden. Da nun die Erde, abgeſehen von ihrer geringen Abplattung an den Polen, als eine Kugel betrachtet werden kann, ſo erhält man durch jede die Erde in ihrem Mittelpunkte ſchneidende Ebene Scheiben von gleicher Größe, deren Umfang ein größeſter Kreis der Kugel iſt. Daher ſind alle Meridiane

Kreiſe von gleicher Größe; und, kann man die Größe eines Grades dieſer Kreiſe finden, ſo erhält man den ganzen Umfang durch Multiplication mit 360, weil jeder Grad $\frac{1}{360}$ des ganzen Kreiſes iſt. Einen ſolchen Meridiangrad findet man aber, wenn man, auf demſelben von Süden nach Norden reiſend, den Polarſtern um 1 Grad höher über dem Horizonte hat, als vorher. Mißt man nun mit einem irdiſchen Maße (Fuß, Metre, Ruthe oder dergl.) den Zwiſchenraum des Abgangs- und Endpunktes, ſo hat man die Größe des Meridiangrades in dem gebrauchten Maße, folglich auch die Größe von $\frac{1}{15}$ des Grades, welches den Namen einer *geographiſchen Meile* erhalten hat. Der ganze Umfang eines Meridiankreiſes oder größeſten Kreiſes der Erdkugel beträgt alſo $15 \times 360 = 5400$ geographiſche Meilen, deren jede $7405\frac{1}{2}$ Metre oder $22803\frac{1}{8}$ Pariſer, 23600 Rheinländiſche, Preußiſche und Däniſche, und 25828 Hamburger Fuß enthält. Daß die neueſten Unterſuchungen $39\frac{3}{8}$ Par. Fuß mehr für die Meile geben, iſt S. 102 Anm. ſchon erwähnt.

Der Umfang eines jeden Kreiſes verhält ſich aber zu deſſen Durchmeſſer wie 314 : 100; alſo iſt der *Durchmeſſer der Erde* $= \frac{5400}{314} = 1719{,}_7$, folglich der *Halbmeſſer* derſelben $859{,}_8$ ſolcher geographiſcher Meilen. Genau genommen gilt dieſes jedoch nur von dem Umfange des Aequators, ſo wie von deſſen Durchmeſſer und Halbmeſſer. Denn bei den ſorgfältigſten unter verſchiedenen Breitengraden angeſtellten neuern Meſſungen von Meridiangraden haben ſich Unterſchiede ergeben, welche beweiſen, daß der Polardurchmeſſer $2{,}_{85}$ geogr. Meilen, folglich der Polar-Halbmeſſer noch nicht $1\frac{1}{2}$ Meilen, folglich um $\frac{1}{300}$ kürzer iſt. Da nämlich die Meridiangrade gegen den Pol hin größer werden als am Aequator, ſo müſſen jene zu einem größern Kreiſe, folglich flachern Bogen gehören als dieſe.

Erinnert man ſich nun daran, *wie auf der Erde die Entfernung eines Gegenſtandes, zu welchem man nicht kommen kann*, ſowohl durch Zeichnung als durch trigonometriſche Berechnung *gefunden wird*: ſo begreift man leicht die Möglichkeit, wenigſtens die Entfernung unſeres nächſten Weltkörpers, des Mondes, durch Hülfe des Erdhalbmeſſers und der Parallaxe zu ermitteln, ſobald auch die letztere gefunden iſt.

Wenn nämlich die Entfernung eines Gegenſtandes **A** jenſeits eines Fluſſes, den man nicht überſchreiten kann, von einem Punkte **B** dieſſeits deſſelben gemeſſen werden ſoll, ſo braucht man nur aus **B** rechtwinklig mit **AB** eine Standlinie **BC** von beliebiger Länge (z. B. 20 Ruthen) abzuſtecken und den $\angle$ C zu meſſen. Geſetzt, dieſer wäre 63°, ſo würde man die Linie **AB** finden, wenn man nach irgend einem verjüngten Maßſtabe auf eine Linie eine Länge von 20 Ruthen = 320 Fuß auf-



trüge, an dem einen Ende deſſelben in B den Schenkel eines Winkels von 90° und an dem andern von 63° zeichnete, die ſich in A durchſchneiden müſſen. Mißt man dann AB auf dem nämlichen Maßſtabe, ſo wird man, wenn die Zeichnung höchſt genau gemacht iſt, die nämliche Entfernung finden, welche die trigonometriſche Rechnung ergiebt, nämlich $39,_{252}$ Ruthen, oder 39 Ruthen 4 Fuß ⅓ Zoll. Aber man ſieht auch leicht ein, daß, je größer der Winkel C iſt, eine um ſo größere Genauigkeit in der Zeichnung deſſelben erforderlich iſt, weil die kleinſte Ungenauigkeit einen immer größern Einfluß auf die Entfernung des Durchſchnittspunktes A von dem Standpunkte B hat.

Denkt man ſich nun auf dem Erd=Aequator zwei Perſonen A und B, welche in dem nämlichen Zeitmomente den Mond M beobachten; und, daß A ihn dann gerade im Zenith ſehe, ſo wird, wenn B um 90° weſtlich von ihm entfernt iſt, dieſer den Mond im öſtlichen Horizonte ſehen. Geſetzt nun, A ſähe zugleich am weſtlichen Rande des Mondes den Stern S, ſo wird B denſelben in einiger Entfernung vom Mondsrande links, in s erblicken, weil der Abſtand der beiden Beobachter gegen den Abſtand des Sterns von ihnen beiden eine ſo unendlich kleine Größe iſt, daß die Geſichtslinien von beiden zu dem nämlichen Sterne durchaus keine Neigung gegen einander wahrnehmen laſſen, folglich als parallel vorgeſtellt werden müſſen. Ganz anders iſt es aber mit dem Monde, deſſen Entfernung nur ungefähr 68 Mal ſo groß iſt, als der Halbmeſſer der Erde, um welchen die Geſichtslinien der beiden Beobachter getrennt ſind. Hier muß alſo die Convergenz der Geſichtslinien der beiden Beobachter allerdings noch wahrnehmbar ſein, da ihr urſprünglicher Abſtand von einander eben einen Halbmeſſer der Erde beträgt. Denn da A den Mond im Zenith hat, ſo ſieht er ihn in der nämlichen Richtung, als ſtände er ſelbſt im Mittelpunkte der Erde, und AC bildet mit BC oder CM einen rechten Winkel, weil 90° (= ¼ Kreis) zwiſchen ſeinen Schenkeln liegen. So entſteht zwiſchen den Linien Bs und BM ein Winkel, welcher die Horizontal=Parallaxe heißt, weil er durch die Veränderung des Standpunktes von A nach B entſtanden iſt, wo der Mond im Horizonte geſehen wird. Da nun der Halbmeſſer der Erde nach S. 171 bekannt iſt und $859,_8$ Meilen beträgt: ſo fehlt zur Berechnung des Mondsabſtandes nach S. 171 nichts weiter als die Kenntniß des ∠MBC.

Aber dieſer Winkel läßt ſich nicht gut, wenigſtens nicht mit der erforderlichen Schärfe unmittelbar meſſen, daher braucht man zur Beſtimmung deſſelben die eben erwähnte Parallaxe. Da nämlich die Sternlinien SA und sB parallel ſind, und die Mondlinie MB jene ſchneidet, ſo iſt nach einem der geometriſchen Elementarſätze, die Parallaxe B' =

Winkel M′. Da aber $\angle C' = 90^{\circ}$, ſo ſind nach einem andern geometriſchen Satze auch $\angle B'' + \angle M' = 90^{\circ}$, folglich $\angle B'' = 90^{\circ} - \angle M'$. Nun haben die Beobachtungen ergeben, daß die Horizontal-Parallaxe des Mondes in ſeiner mittlern Entfernung 57 Min. 2,2 Sec., alſo nahe 1° beträgt; folglich bleiben für den $\angle B''$ 89 Gr. 2 Min. 57,8 Sec. oder reichlich 89°. Conſtruirt man nun ein rechtwinkliges Dreieck, deſſen kleinere Cathete den Halbmeſſer der Erde vorſtellt, mit jenem Winkel von $89^{1}/_{20}{}^{\circ}$, ſo wird man, wenn hinreichende Genauigkeit angewendet iſt, finden, daß die kleine Cathete reichlich 68 Mal in der großen enthalten iſt, und erhält aus dem Produkte $759^{1}/_{2} \times 68$ nahe die wahre mittlere Entfernung des Mondes, welche 51803 geogr. Meilen beträgt. Aber eine ſo genaue Zeichnung iſt kaum möglich, da ein Winkel von mehr als 89° ein ſo zugeſpitztes Dreieck giebt, daß der kleinſte Irrthum in Abſetzung des Winkels auf die Länge der Linie MC einen ſehr großen Einfluß hat. Und doch iſt die Parallaxe des Mondes noch ſehr viel größer, als bei allen übrigen Himmelskörpern. Daher iſt Genauigkeit und Schärfe nur durch die trigonometriſche Rechnung zu finden, nach welcher Cosinus $\angle B''$: Sinus $\angle B'' = BC : AC$; alſo $AC = \frac{\text{Sin.} \angle B'' \times BC}{\text{Cos.} \angle B''}$

Nur darf man nicht glauben, daß die Sache für die Aſtronomen ſo einfach und leicht ſei, als ſie hier erſcheint. Denn ſie können weder die Beobachter, noch den Mond und die Sterne ſo ſtellen, wie ich es hier gethan habe, um die Sache ſo einfach als möglich zu machen. Sie müſſen ſich mit ihren Beobachtungen nach den Umſtänden richten, und daher eine Menge von Nebenberechnungen und Reductionen vornehmen, von denen hier nicht die Rede ſein kann.

Eben ſo wenig kann hier das weit ſchwierigere Verfahren geſchildert werden, wie die Parallaxe der Planeten und vorzüglich der Sonne gefunden wird, welche letztere erſt durch die Venus-Durchgänge im vorigen Jahrhunderte zu der gewünſchten Genauigkeit gebracht wurde, aber auch für die Entfernung der übrigen Planeten von großer Wichtigkeit iſt. Denn iſt die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne genau bekannt, ſo läßt ſich ſchon aus den Umlaufszeiten der Planeten die mittlere Entfernung derſelben von der Sonne berechnen, wie S. 84 gezeigt iſt. Nur bemerke ich, daß zur Parallaxe der Fixſterne eine ſolche Kleinigkeit, wie der Durchmeſſer der Erde im Verhältniſſe zu deren Entfernung iſt, ſchlechthin unbrauchbar ſein würde. Hier bildet der Durchmeſſer der Erdbahn, alſo eine Länge von mehr als 41 Mill. Meilen, die Standlinie; und doch iſt es erſt in den letzten Jahren gelungen, einige wenige Parallaxen von Bruchtheilen einer Secunde zu entdecken, mit einziger Ausnahme von α Centauri, wo ſie 5 Secunden betragen ſoll.

Betrachtet man nun die 4 Columnen, in denen die neueſten Beſtimmungen der Aſtronomen über die Entfernungen der Planeten von der

Sonne nach Jahn's Angaben in Meilen enthalten ſind, weil dieſe mir für die Liebhaber bequemer ſchienen, als Mädler's Beſtimmungen nach Decimalen des mittlern Sonnenabſtandes der Erde; ſo zeigt die Columne a die nahe zutreffende Progreſſion der mittlern Sonnendiſtanzen, welche ſchon S. 126 erläutert iſt.

Die folgenden **Columnen** b, c und d geben die mittlern kleinſten und größeſten Entfernungen. Die mittlere iſt die halbe große Axe, welche man auch aus der halben Summe der größeſten und kleinſten Entfernung ſelbſt genauer berechnen kann. Doch ſind die Entfernungen nur bei den nähern bis 3, bei den entferntern bis zu 2 Decimalſtellen der Millionen angegeben, weil dieſes für die Liebhaber hinreichend ſcheint und ihnen die Vergleichung erleichtert. Wollen ſie dieſe Zahlen nach der gewöhnlichen Weiſe ſchreiben und ausſprechen, ſo brauchen ſie nur reſpective 3 oder 4 Nullen hinzuzufügen. Daß durch die beiden letzten Columnen der Abſtand des Perihels und Aphels gegeben wird, bedarf kaum einer Erinnerung.

2. Excentricität der Planetenbahnen.

Zwar könnte Jeder ſelbſt aus den Columnen des kleinſten und größeſten Abſtandes die Excentricität in Theilen der halben großen Axe, d. h. die Abweichung des Brennpunktes der Ellipſe vom Mittelpunkte derſelben berechnen, doch iſt dieſes ein mühſames Geſchäft, und bevor es in einer eigenen Columne ausgeführt iſt, keine Vergleichung der Planeten in dieſer Hinſicht möglich. Daher wird das Reſultat einer ſolchen Berechnung in der **Columne** a nach Mädler gegeben. Doch habe ich unter den Decimalbrüchen auch noch gewöhnliche Annäherungsbrüche hinzugefügt, weil dadurch den meiſten Liebhabern die Vergleichung ſehr erleichtert werden dürfte. Dieſe ſehen nun auf den erſten Blick, daß Juno und Pallas die größeſte Excentricität haben, nämlich $\frac{1}{4}$, nächſt ihnen Merkur mit $\frac{1}{5}$, Veſta mit $\frac{2}{11}$, Mars mit $\frac{1}{11}$, Saturn mit $\frac{1}{18}$, Jupiter und Uranus mit $\frac{1}{21}$, Ceres mit $\frac{1}{23}$, Erde mit $\frac{1}{62}$, und Venus die geringſte mit nur $\frac{1}{170}$ der halben großen Axe. In Meilen erhält man ſie bei allen durch die halbe Differenz des kleinſten und größeſten Abſtandes.

Die **Columne** b giebt den Ort des Perihels, d. h. den Längengrad der Ekliptik an, gegen welchen heliocentriſch der Punkt des Perihels gerichtet iſt. Aus derſelben erſieht man, daß die Punkte des Perihels zwar durch die ganze Ekliptik vertheilt ſind, daß jedoch von den 11 Planeten neun in der erſten Hälfte derſelben (vom Frühlingspunkte an), nämlich zwiſchen 11 und 167 Graden der Länge liegen und nur zwei, nämlich Veſta und Mars in der zweiten.

Aber alle dieſe Oerter des Perihels rücken, wie ſchon S. 83 er-

wähnt iſt, mit alleiniger Ausnahme der Venus ſideriſch vorwärts oder links in der Ekliptik. Wie viel dieſes in 100 Jahren beträgt, dieſes giebt die **Columne** c an. Nur bei Venus kündigt das Zeichen — an, daß auch ihr Perihel ſideriſch rückwärts geht; alle übrigen haben, da ſie vorwärts rücken, das Zeichen +. Vergleicht man dieſe mit einander, ſo ergiebt ſich die geringſte Säcular=Aenderung des Perihels beim Uranus, ſchon beim Merkur iſt ſie doppelt ſo groß, und etwas größer bei Jupiter, 5 Mal ſo groß bei der Erde, 7 Mal ſo groß beim Mars und 9 Mal ſo groß beim Saturn.

3. Umlaufszeit nach mittler Erdzeit.

Die Verhältniſſe, welche ſich auf die Zeit des Umlaufs der Planeten um die Sonne, alſo die Länge ihrer Jahre beziehen, finden ſich in 5 Columnen dargeſtellt, von denen die drei erſten ſich füglich verbinden laſſen.

Die **Columne a** enthält die ſideriſche Umlaufszeit oder das Sternjahr, d. h. diejenige Zeit, nach deren Verlaufe der Planet wieder in die gerade Linie zwiſchen der Sonne und dem nämlichen Fixſterne tritt, die **zweite b** dagegen die tropiſche Umlaufszeit oder das Sonnenjahr oder bürgerliche Jahr, nach deſſen Ablaufe der Planet wieder zu ſeinem Frühlingspunkte oder zur geraden Linie zwiſchen demſelben und der Sonne gelangt. Letzteres iſt etwas kürzer als das Sternjahr, weil bei allen eine Präceſſion der Nachtgleichen oder der Knoten ſtattfindet, denn indem dieſe rückwärts gehen, kommen ſie dem zurückkehrenden Planeten entgegen. Dieſer Unterſchied iſt wegen der kürzern Umlaufszeit der nähern Planeten kaum merklich, bei den äußern Planeten dagegen, wenn auch ihre Präceſſion an ſich nicht gerade ſchneller iſt, doch wegen der langen Umlaufszeit ſehr erheblich. Um ihn anſchaulicher zu machen, iſt er in der **Columne** c beſonders dargeſtellt, und hier fällt es in die Augen, daß er beim Merkur nur 1 Minute, beim Mars ſchon 1½ Stunden, beim Jupiter faſt 2 ganze Tage, beim Uranus aber faſt 100 Tage beträgt. Das Sonnenjahr heißt auch das bürgerliche Jahr, weil nach ihm ſich die Jahreszeiten richten, und daher nicht bloß der Landbau, ſondern auch alle übrigen bürgerlichen Geſchäfte geregelt werden müſſen.

Die Dauer der 4 Jahreszeiten iſt bei den ſehr excentriſchen von ungleicher Länge (vgl. S. 103 u. 119), im Durchſchnitte aber iſt die Dauer derſelben eben ſo verſchieden, wie ihre Umlaufszeiten. Jede derſelben beträgt durchſchnittlich im Merkur nur 3 Wochen und in der Venus 8 Wochen; dagegen im Saturn über 8 und auf dem Uranus ſogar 21 unſerer Jahre; und, wenn die Lebensdauer der Bewohner ſich nach den Umlaufszeiten richtete, ſo würde ein achtzigjähriger Greis auf dem Merkur nur etwa 20, auf dem Uranus hingegen 6720 unſerer Jahre zählen.

Ganz anders aber verhält es ſich mit der ſynodiſchen Umlaufs=

zeit, d. h. derjenigen Zeit, nach welcher ein Planet gegen die Erde wieder in die nämliche Stellung kommt, welche er vorher hatte, z. B. entweder in die untere Conjunction oder in die Oppoſition. Vergleicht man dieſe nach **Columne** d, ſo ſieht man, daß ſie, mit Ausſchluß Merkur's, bei den beiden Nachbarn der Erde weit länger iſt, als bei den äußern Planeten, und der Grund davon iſt aus S. 95 u. ff. klar. Beim Merkur wiederholt ſie ſich nach reichlich ¼ Erdenjahre, bei der Venus hingegen erſt nach 19½ Monaten, beim Mars ſogar erſt nach 25⅔ Monaten. Beim Jupiter aber iſt ſie nur 33, beim Saturn 12 und beim Uranus 4 Tage länger als ein Erdenjahr. Denn dieſe haben eine ſo langſame Winkelbewegung gegen die Sonne, daß die Erde bei jeder neuen Oppoſition ſie nur wenig von ihrer vorigen Stellung am Himmel fortgerückt findet und den neuen Ort bei ihrem raſchen Umlaufe in kurzer Zeit erreicht.

Die letzte **Columne** e, welche ſich mit der Geſchwindigkeit der verſchiedenen Planeten auf ihrer Bahn beſchäftigt, wird kaum einer Erläuterung bedürfen. Sie giebt bloß in Meilenzahl an, was auf Weiland's Sonnenſyſteme und auf meiner graphiſchen Darſtellung in Bogenlänge anſchaulich dargeſtellt iſt. Doch erleichtern die Zahlen die Vergleichung. Man ſieht nämlich z. B. leicht, daß Merkur mehr als 1½ Mal ſo ſchnell wie die Erde und mehr als 7 Mal ſo ſchnell wie Uranus auf ſeiner Bahn forteilt, daß aber dennoch die Geſchwindigkeit des letztern noch 14 Mal ſo groß iſt als die Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel, welche 1500 Par. Fuß in der erſten Secunde zurücklegt.

4. Neigung der Bahnen gegen die Erdbahn.

Die **Columne** a giebt, wie die Ueberſchrift derſelben ſagt, die Neigung der verſchiedenen Planetenbahnen gegen die Erdbahn oder Ekliptik; und was zur Erläuterung derſelben etwa nöthig ſein dürfte, findet ſich ſchon oben S. 86 bis 90 beigebracht, braucht alſo hier nicht wiederholt zu werden. Dort iſt auch die Urſache angegeben, warum die Aſtronomen dieſe der Neigung gegen den Sonnen-Aequator vorziehen, deſſen Abweichung von der Erdbahn in der für die Sonne beſtimmten Reihe zum erſten Male einen Inhalt bringt, der dazu dienen kann, die Neigung der übrigen Planeten gegen denſelben zu finden. Doch iſt er in Parentheſezeichen eingeſchloſſen, weil er eigentlich nicht mit der Ueberſchrift übereinſtimmt, die ſich auf die Lage der Bahnen, aber nicht auf die Lage der Aequatorebenen bezieht. Obgleich aber die Neigung der Bahnebenen gegen den Sonnen-Aequator kaum entbehrt werden kann, wenn die Neigung der Planetenbahnen gegen einander völlig klar werden ſoll, ſo hielt ich es doch für überflüſſig, jene in einer beſondern Columne hinzuzufügen, weil das S. 86 Nr. 7 Geſagte hinreichend ſcheint, jedem Irrthume

vorzubeugen. Man wird z. B. daraus leicht erkennen, daß die Neigung der Uranusbahn gegen die Saturnsbahn nicht 0 Grad 57 Min., ſondern 2 Grad 19 Min. betrage, weil die Abweichung der Uranusbahn vom Sonnen=Aequator um 46 Min. größer iſt, als die Abweichung der Erdbahn.

Daß aber die Neigung der Bahnen keine unveränderliche Größe, ſondern durch ein periodiſches, in ziemlich enge Grenzen eingeſchloſſenes Schwanken bald im Zunehmen bald im Abnehmen begriffen ſei, iſt ſchon oft erwähnt. Die Reſultate deſſelben in 100 Jahren ſind in **Columne b** zu finden. Man ſieht daraus, daß es während eines hohen menſchlichen Alters bei keinem Planeten über ⅓ Bogenminute ſteigt, und daß bei Merkur, Venus und Uranus die Neigung gegen die Ekliptik im Zunehmen begriffen iſt, welches durch das Zeichen + angedeutet wird, dagegen bei Mars, Jupiter und Saturn abnimmt. Die Grenzen aber, zwiſchen denen es ſich bewegt, ſind bei der Specialbeſchreibung der Planeten angegeben.

Durch die Präceſſion der Nachtgleichen oder das Zurückweichen der Knoten wird freilich die Neigung der Bahnen gegen einander und gegen den Sonnen=Aequator gar nicht verändert, aber wohl die Richtung der Neigungs=Axe, welche von dem Orte des aufſteigenden Knotens abhängt. Dieſes iſt der Grund, weswegen die **Columne c**, welche dieſen Ort für jeden Planeten angiebt, hierher geſtellt wurde. Bei der Erde aber konnte keine Angabe ſtattfinden, weil ihre Bahn die Grundebene bildet, und ſie daher gegen ſich ſelbſt keine Knoten haben kann, ihr Frühlingspunkt aber, ungeachtet ſeines Zurückweichens, immer im Nullpunkte oder in 360° der mit ihm zurückweichenden Ekliptik bleibt. Vergleicht man aber dieſe Columne mit der frühern 2, b, wo die Oerter des Perihels angegeben ſind, ſo ergiebt ſich, daß die Oerter des aufſteigenden Knotens nicht ſo ſehr über die ganze Ekliptik vertheilt ſind, wie jene. Denn ſie befinden ſich ſämmtlich in der erſten Hälfte der Ekliptik, und, wenn man Juno und Pallas, welche auch hier am meiſten von den übrigen abweichen, ausſchließt, faſt innerhalb eines Sextanten der Ekliptik, nämlich zwiſchen 46 und 112 Grad derſelben.

Endlich enthält die **Columne d** das Zurückweichen der Knoten während eines Zeitraums von 100 Jahren, oder die ſäculare Aenderung deſſelben in Bogen=Secunden der Ekliptik. Hier beweiſt das durchgängige Zeichen —, daß alle Planeten, ohne die Ausnahme, welche ſich beim Perihel der Venus findet, rückwärts gehen. Bei der Erde iſt die Zahl in Parentheſezeichen eingeſchloſſen, weil ſie ſich hier nicht auf die Knoten ſondern auf die Präceſſion der Nachtgleichen bezieht. Sie war aber um ſo unentbehrlicher, weil man oft nur die tropiſche Veränderung der Knoten angegeben findet, und dann die Reduction ſelbſt vornehmen muß. Wenn es z. B. heißt: Merkur's Knoten nehmen tropiſch in 100 Jahren

4015 Secunden zu, ſo wird dadurch angezeigt, daß ſie in der Ekliptik ſo viele Bogen-Secunden links oder vorwärts gehen. Aber die Ekliptik ſelbſt geht ſideriſch 5022 Sec. rechts oder rückwärts, folglich bleibt Merkur um 1007 Sec. hinter dem Nullpunkte der Ekliptik zurück, iſt aber doch ſideriſch mit ihr um eben ſo viel rückwärts gegangen. Auf dieſe Weiſe ſind Mädler's bloß tropiſche Angaben für dieſe Columne berechnet mit Ausnahme der Jupitersknoten, welche von ihm übergangen und daher aus Hanſen's Ueberſicht des Sonnenſyſt. in Schumacher's Jahrbuche 1837 ergänzt ſind. Aus dieſer Columne ergiebt ſich, daß die Präceſſion der Nachtgleichen nebſt den davon abhängigen Jahreszeiten, welche dem Zurückweichen der Knoten folgen, bei keinem Planeten ſo ſtark iſt als bei der Erde, wo ſie in 100 Jahren $1\frac{7}{18}$, alſo in einem Jahrtauſend nahe 14 Grad beträgt. Bei Saturn und Uranus ſind die Angaben völlig gleich, und die Säcularänderung beträgt bei jedem derſelben faſt genau 1 Grad in 100 Jahren, geht alſo in 36000 Jahren durch den ganzen Kreis. Am geringſten iſt dieſe Säcularänderung beim Merkur, nämlich nicht viel über $\frac{2}{7}$ Grad in 100 Jahren; ſie braucht alſo 126000 Jahre, um den ganzen Kreis zurückzulegen. Bei der Venus geht das Zurückweichen der Knoten faſt 5 Mal ſo ſchnell als die Säcularänderung des Perihels. Ungeachtet alſo beide ſideriſch zurückgehen, ſo bleibt doch das Perihel in jedem Jahrhunderte 1726 B. Sec., alſo nahe $\frac{1}{2}$ Grad hinter den Knoten zurück, ſo daß beide nach ungefähr 75000 Jahren einander abermals vorbeigehen.

Dritte Hauptabtheilung. C.

Rotationsverhältniſſe.

Bei den Rotations-Verhältniſſen kommen 2 Hauptpunkte in Betracht: 1) die Geſchwindigkeit der Umdrehung des Planeten um ſeine Axe, von welcher theils die ſideriſche Rotationszeit oder der Sterntag deſſelben, theils in Verbindung mit der Größe des Planeten die Schnelligkeit des Umſchwungs ſeines Aequators, theils durch die daher rührende Schwungkraft die Abplattung an den Polen abhängt. 2) Die Neigung der Rotations-Axe gegen die Bahn des Planeten, aus welcher die Verſchiedenheit ſeiner Jahreszeiten hervorgeht.

1. Geſchwindigkeit der Rotation oder Axendrehung.

Die **Columne a** giebt die Zeit an, nach deren Verlauf der Planet dem nämlichen Sterne den nämlichen Meridian ſeiner Oberfläche zuwendet,

alſo die Länge ſeines Sterntages nach mittler Sonnenzeit auf der Erde. Dieſer Sterntag, welcher die abſolute Geſchwindigkeit der Rotation angiebt, iſt bei jedem Planeten von unveränderlicher Länge, der Sonnentag aber, nach welchem der Planet der Sonne wieder den nämlichen Meridian zuwendet, iſt nicht bloß etwas länger, zumal bei den näheren Planeten, ſondern auch nach Verhältniß der Excentricität und der Schiefe der Ekliptik in verſchiedenen Jahreszeiten von verſchiedener Länge, wie dieſes S. 99 ſchon erklärt iſt. Auch iſt ſchon erwähnt, wie gleichfalls die Tabelle zeigt, daß die Rotationszeiten der 4 innern Planeten wenig von einander abweichen. Doch iſt die Sache bei den beiden untern Planeten noch ſehr ungewiß, weniger beim Merkur, auf dem einige Beobachter dauernde Flecken gefunden haben, aber deſto mehr bei der Venus, wo ſolche Flecken fehlen, und einige Beobachter mehr Tage als andere Stunden für die Rotation gefunden haben, wie Solches ſchon S. 118 erwähnt iſt. Auf der Erde iſt der Sterntag, wie die Columne zeigt, durchſchnittlich gegen 4 Minuten mittler Zeit kürzer als der Sonnentag, auf den äußern Planeten iſt der Unterſchied wegen ihrer ſchnellen Rotation und langſamen Winkelbewegung höchſt unbedeutend, aber alle haben während ihres Umlaufs einen Sterntag mehr als die Zahl ihrer Sonnentage beträgt. Der Tag Saturn's hat nur $^7/_{15}$, und Jupiter's nur $^6/_{15}$ der Länge unſers Tages. In dieſer Columne kommt auch die Sonne in Betracht, weil ihre Rotation vermittelſt ihrer zwar veränderlichen, aber doch nicht ſchnell wechſelnden Flecken auf 25 Tage und 12 Stunden hat beſtimmt werden können.

Die Geſchwindigkeit jedes Punktes des Aequators aber, welche in **Columne b** vor Augen geſtellt wird, hängt nicht bloß von der Geſchwindigkeit der Rotation, ſondern zugleich von dem Umfange des Aequators ab, und iſt daher in weit höherem Grade verſchieden, als die Rotationszeit. Dadurch wird ſie nämlich beim Merkur und Mars ſehr klein, bei Venus und Erde iſt ſie faſt der Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel gleich, beim Saturn aber iſt ſie 22 und beim Jupiter 30 Mal ſo groß als bei der Erde. In den beiden letztern kommt ſie ihrer Geſchwindigkeit auf der Bahn faſt völlig gleich. Auf der Sonne macht der ungeheure Umfang ihres Aequators, daß die Geſchwindigkeit deſſelben, ungeachtet der langen Rotationszeit doch mehr als 4 Mal ſo groß iſt, wie auf der Erde und Venus, vom Jupiter aber wird ſie faſt 7 Male übertroffen.

2. Axenſtellung.

Aus der Neigung der Axe gegen die Bahn folgt freilich von ſelbſt die Neigung der Ebene des Aequators gegen die Bahnebene, da der Aequator überall 90° von den Polen abſteht. Eine dieſer Neigungen wäre

alſo hinreichend geweſen; doch ſcheint es mir vortheilhaft für die Liebhaber, beide vor Augen zu haben, weil bald die eine bald die andere angegeben wird, und unmittelbar zur Anwendung kommt, die Reduction aber nicht Allen ſo geläufig iſt, daß die Klarheit der wichtigen Folgen dadurch nicht etwas geſtört würde. Daher giebt **Columne a** die Neigung der Axe, und **Columne b** die Neigung des Aequators gegen die Bahnebene. Aus der letztern erhellet unmittelbar der Abſtand der Wendekreiſe eines jeden Planeten von ſeinem Aequator und der Polarkreiſe von ſeinen Polen; beide zuſammengenommen aber, von 90° abgezogen, geben die Breite der gemäßigten Zonen. Merkur und die 4 mittlern Planeten ſind in dieſer Hinſicht noch ganz unbekannt, und Venus höchſt problematiſch; von den übrigen liegt die Uranus-Axe faſt in der Bahn, und nächſt demſelben hat Mars die größeſte Schiefe der Ekliptik, bei Saturn iſt ſie faſt 2 und bei der Erde 5 Gr. geringer; bei Jupiter aber ſteht die Axe faſt ſenkrecht, und der Aequator weicht daher nur 3¹/₁₀ Grad von der Bahn ab.

Vierte Hauptabtheilung. D.

Größenverhältniß.

---

1. Scheinbare Größe.

Was von der Größe der Planeten unmittelbar geſehen wird, iſt bloß die ſcheinbare Größe, d. h. der Sehwinkel, unter welchem der Planet ſich dem irdiſchen Beobachter darſtellt. Dieſer iſt aber bei den nämlichen Planeten ſehr verſchieden, je nachdem ſie in ihrer untern Conjunction und Oppoſition der Erde möglichſt nahe ſtehen, oder in der obern Conjunction am weiteſten von ihr entfernt ſind. Daher hat jeder Planet einen größeſten, mittlern und kleinſten ſcheinbaren Durchmeſſer; je nach dem kleinſten, mittlern und größeſten Abſtande. Von dieſen giebt die Columne a den größeſten an, weil aus ihm die wirkliche Größe ſich am beſten berechnen läßt: denn die Sehwinkel gleicher Längengrößen verhalten ſich umgekehrt wie ihre Entfernungen (eigentlich jedoch nicht die Sehwinkel ſelbſt, ſondern die Sehnen ihrer Bogen; aber bei kleinen Sehwinkeln iſt der Unterſchied ſehr geringe). Wenn z. B. eine Elle in einer gewiſſen Entfernung eine ſcheinbare Größe von 1 Grad hat, ſo nimmt ſie in der zehnfachen Entfernung auf $^1/_{10}$ Gr. ab. Daher iſt die ſcheinbare Größe der Venus in ihrer größeſten Nähe 64 und in ihrer äußerſten Ferne nur $9^3/_{10}$ Secunden.

Wichtig iſt es aber auch, zu wiſſen, welche ſcheinbare Größe die Sonne auf jedem Planeten hat, daher dieſe in der **Columne b** angegeben iſt. Denn das Quadrat des ſcheinbaren Durchmeſſers der Sonne giebt das Verhältniß der Stärke ihres Lichts auf jedem Planeten, wodurch dieſes ſich mit der Stärke des Sonnenlichts auf der Erde vergleichen läßt. Es iſt jedoch zu bemerken, daß in dieſer Columne nicht wie in der vorigen der größeſte, ſondern der mittlere Durchmeſſer der Sonne angegeben iſt, d. h. derjenige, den ſie im mittlern Abſtande des Planeten hat. Deswegen iſt der geocentriſche Durchmeſſer der Sonne in dieſer Columne 33 Secunden kleiner angegeben, als in der vorigen, und man ſieht daraus, daß der kleinſte Durchmeſſer derſelben im Aphel der Erde nur 31°,27′ beträgt, folglich faſt um 1/30 kleiner iſt als im Perihel, für die übrigen Planeten läßt ſich daraus die Größe des ſcheinbaren Sonnendurchmeſſers in ihrem Perihel und Aphel leicht berechnen, z. B. beim Mars folgendermaßen:

31,33 Mill. : 28,84 Mill. = 21′,20″ : größeſten Durchmeſſer,
umgek. 28,84 Mill. : 31,33 Mill. = 1280 Sec. : 1390 Sec. od. 23 Min. 10 Sec
alſo iſt der kleinſte Durchmeſſer des Aphels 21′,20″ — Diff. 1′,50″ = 19 Min. 30 Sec.

2. Wirkliche Größe.

Da, wie ſo eben erwähnt iſt, die Sehwinkel gleicher Größen, oder vielmehr deren Chorden (die Sehnen ihrer Bogen), ſich umgekehrt verhalten wie die Entfernungen, ſo ſieht man leicht, daß man den Sehwinkel einer Größe für jede Entfernung berechnen kann, wenn man ihn für irgend eine, z. B. 1 Meile Abſtand, gefunden hat, und auch umgekehrt wieder in jeder gegebenen Entfernung aus der Größe des Sehwinkels oder aus der ſcheinbaren Größe auf die wirkliche, d. h. auf das Verhältniß zu einem irdiſchen Maße, z. B. einer Meile oder dergl., ſchließen kann. So ergiebt es ſich, daß in der Entfernung Saturn's 1 Bogenſecunde (alſo 1/3600 eines Grades) eine Länge von 800 Meilen umſpannt, alſo eine Differenz der Beobachtungen von nur 1/8 Secunde einen Längenunterſchied von 100 Meilen ausmacht. Man ſieht hieraus, daß in ſolchen Entfernungen eine außerordentliche Schärfe der Beobachtung nöthig iſt, um nur einen ſo bedeutenden Unterſchied wahrzunehmen, und daß man ſich nicht wundern darf, wenn die neuſten Größenbeſtimmungen, wie ſie Prof. Mädler mittheilt, von den älteren oft ſehr bedeutend abweichen. Auch darf man nicht erwarten, daß irgend eine bis auf einzelne Meilen genau ſei, wenn gleich die Angaben in **Columne a** ſich auch auf dieſe erſtrecken. Denn ſie geben genau das Reſultat der Berechnungen aus den vorhandenen Beobachtungen, ohne jedoch auf eine größere Uebereinſtimmung mit der Wirklichkeit Anſpruch zu machen, wie die bisherige Schärfe der

Beobachtungen ſie erlaubt. Je näher aber die Weltkörper uns ſind, deſto genauer wird dieſe Uebereinſtimmung bei gleicher Schärfe der Beobachtungen. Daher läßt ſich über die Durchmeſſer der kleinen Saturn's-Monde noch gar nichts ſagen, und die nicht von Mädler herrührenden mit Fragezeichen verſehenen Durchmeſſer der drei erſten von den mittlern Planeten beruhen auf ſehr ungewiſſen Schätzungen. Sie ſind nur deswegen hingeſetzt, um im Allgemeinen ihre Kleinheit zu bezeichnen. Bloß die Angabe der Pallas nach den Unterſuchungen des Prof. Lamont in München verdient größeres Zutrauen. Wie groß aber die Unterſchiede ſind, welche die neuern ſchärfern Beobachtungen in den Beſtimmungen der wirklichen Durchmeſſer hervorgebracht haben, erhellet daraus, daß noch Littrow die Sonne um 5136, den Merkur um 71 und Venus um 19 Meilen kleiner, den Mars dagegen um 108 Meilen größer im Durchmeſſer angiebt, als Mädler. Bei Jupiter und Saturn iſt der Unterſchied minder groß, als man nach den übrigen erwarten möchte.

Dieſe großen Unterſchiede machten jedoch für die drei folgenden Columnen eine ganz neue Berechnung nothwendig, welche ſich für **Columne** b, in der die Größe eines Aequatorgrades in g. Meilen für die Planeten angegeben werden ſoll, auf den geometriſchen Satz ſtützt: „daß die größten Kreiſe verſchiedener Kugeln (alſo auch die Aequatoren) ſich verhalten wie die Durchmeſſer derſelben.“ Man erhält ſie alſo, z. B. für Jupiter, durch die einfache Proportion: 1719 Meilen zu 20018 M., wie 15 M. zu x M. Will man dann den ganzen Umfang wiſſen, ſo braucht man die gefundene Zahl nur mit 360 zu multipliciren. Bei der Erde erhält man für ihren Umfang $360 \times 15 = 5400$ Meilen, alſo für den Durchmeſſer des Aequators 1719 oder genauer $1718,_{8}$ Meilen, und da der Polardurchmeſſer um $^{1}/_{300}$ kürzer iſt, für dieſen $5,_{73}$ Meilen weniger, alſo 1713 Meilen.

Die **Columne** c würde aber eben ſo ungeheure als unbequeme Zahlen erhalten haben, wenn ſie zu ihrem Zwecke, die Oberfläche der Planeten anzugeben, ſich der □Meilen hätte bedienen wollen. Daher iſt die Oberfläche der Erde als Einheit angenommen. Dabei kommt der geometriſche Satz zu Hülfe, daß die Oberflächen der Kugeln ſich verhalten wie die Quadrate der Durchmeſſer. Man erhält alſo z. B. die Proportion, $1719,_{7}{}^{q} : 192936^{q} = 1$: Oberfläche der Sonne. Sollen aber ſo große Zahlen, wie die Durchmeſſer vieler Himmelskörper nach der gewöhnlichen Rechnungsweiſe mit ſich ſelbſt multiplicirt, und dann durch das eben ſo erhaltene Quadrat des Erddurchmeſſers dividirt werden, ſo hat man ein langwieriges, mühſames und noch dazu mißliches Geſchäft zu betreiben. Daher werden diejenigen Liebhaber, welche mit der Erleichterung ſolcher Rechnungen durch Logarithmen nicht vertraut ſind, nicht unzufrieden ſein, die Reſultate der Berechnungen in Columne c beiſammen zu finden. Wird es ihnen dann etwa wichtig, eine der Ober-

flächen in □Meilen zu haben, ſo brauchen ſie die Verhältnißzahl nur mit der Erdoberfläche zu multipliciren, welche nach der Formel pd (d. h. die Peripherie mit dem Durchmeſſer multiplicirt) 9286380 □Meilen enthält.

Endlich ſoll die **Columne** d das Verhältniß angeben, in welchem der körperliche Inhalt der Erde zu dem körperlichen Inhalte der Sonne und der übrigen Planeten ſteht. Da aber die Räume, welche Kugeln von verſchiedener Größe einnehmen, ſich verhalten wie die Würfel ihrer Durchmeſſer, ſo muß ein kleiner Unterſchied des Durchmeſſers einen beträchtlichen des körperlichen Inhalts, alſo ein ganz anderes Verhältniß zur Erde hervorbringen. Berechnet man z. B. das Verhältniß des körperlichen Inhalts der Erde zum Mars nach Littrow's Angabe der Durchmeſſer durch die Proportion

$1719^3 : 1000^3 = 1$: körperl. Inh. des Mars,

welches leichter wie bei den übrigen auch ohne Hülfe der Logarithmen geſchehen kann; ſo wird man, ſtatt des Verhältniſſes $1 : 0{,}_{139}$... das Verhältniß $1 : 0{,}_{196}$ erhalten, ſo daß beide ſich faſt wie 7 : 10 verhalten, alſo letzteres um $^3/_{10}$ zu groß iſt, während der Durchmeſſer nur nahe $^1/_{10}$ zu groß angegeben war. Unter den vier mittlern Planeten iſt aber nur der körperliche Inhalt der Pallas berechnet worden, um die Kleinheit deſſelben gegen die Erde, nämlich $^1/_{2000}$, augenfällig zu machen; bei der Unſicherheit der übrigen ſchien es beſſer, die Columne offen zu erhalten.

Fünfte Hauptabtheilung. E.

Maſſenverhältniß.

Zu den bewunderswürdigſten Ergebniſſen der Wiſſenſchaft, welche die Aſtronomie errungen hat, gehört unſtreitig die Beſtimmung des materiellen Inhalts oder der Maſſe der Weltkörper, und ihrer Dichtigkeit oder ſpecifiſchen Schwere, nicht bloß im Verhältniß zur Erde überhaupt, ſondern ſogar zu einem beſtimmten irdiſchen Körper, dem deſtillirten Waſſer, welches bekanntlich, wie ſchon S. 102 erwähnt iſt, bei einer Temperatur von 4° Réaum. als Grundeinheit zur Beſtimmung aller Verhältniſſe der ſpecifiſchen Schwere gebraucht wird, woraus ſich denn die Wirkung irdiſcher Gewichte auf der Oberfläche der verſchiedenen Planeten, die Fallhöhe der Körper in der erſten Zeitſecunde und die Länge des Secundenpendels berechnen läßt. Die Sache wird aber vielen Liebhabern ſo unbegreiflich, ja ſogar unglaublich ſcheinen, daß ich mich durch den

Zweck dieſes Werkes verpflichtet halte, ihnen die vorläufige Einſicht in die Möglichkeit ſolcher Beſtimmungen nach Vermögen zu erleichtern.

Die Wahrnehmung, daß jeder nicht unterſtützte Körper ſenkrecht gegen die Oberfläche der Erde, alſo gegen den Mittelpunkt ihrer Kugel fällt, hat jeder beim erſten Erwachen des Bewußtſeins gemacht, ja wahrſcheinlich ſchon vor demſelben, da die kleinſten Kinder erſchrecken, wenn ſie eine Treppe hinabgetragen werden, weil das Gefühl des Drucks wegen der Unterſtützung, eins der erſten von allen, dadurch momentan unterbrochen wird. Eben deswegen aber wird dieſe Wahrnehmung, wie viele ähnliche als etwas betrachtet, was ſich von ſelbſt verſtehe, ohne weiter darauf zu achten. Erſt als das Menſchengeſchlecht nach der gewöhnlichen Annahme 6000 Jahre alt geworden war, fiel es dem großen engliſchen Aſtronomen Newton ein, die Urſache in einer zwar geheimnißvollen aber factiſch unleugbaren allgemeinen Anziehungskraft oder Gravitation zu ſuchen, mit welcher jeder Körper auf jeden andern, und zwar im geraden Verhältniſſe ſeiner Maſſe und im umgekehrten des Quadrats ſeiner Entfernung wirkt; und, indem er dieſen Satz durch die Berechnung der Erſcheinungen prüfte, fand er ihn nicht bloß in unſerm Sonnen=Syſteme, ſondern auch außerhalb deſſelben beſtätigt; auch haben alle ſpäteren Entdeckungen die Gültigkeit deſſelben für das ganze Weltall, ſo weit wir es kennen, bewieſen. Dieſer Satz iſt die Grundlage der berühmten Newtonſchen Theorie der Gravitation oder allgemeinen Schwere, welche die Aſtronomie zu einer vorher nie gekannten Stufe der Vollkommenheit erhoben hat, indem ſie nicht bloß die Urſachen der von Keppler bloß aus der Erfahrung abgeleiteten wichtigen Naturgeſetze aufdeckte, ſondern auch zu einer großen Menge neuer und wichtiger Entdeckungen führte.

Sich die Schwere der Körper auf der Erde als Wirkung einer Anziehungskraft der letztern zu denken, macht wenig Schwierigkeit, weil wir deutlich ſehen, daß ſie dieſelben wirklich gegen die Erde zieht; aber ſchwerer iſt es, ſich durch die Erfahrung zu überzeugen, daß auch die einzelnen Körper auf derſelben ſich einander anziehen, denn die Anziehung der Erde iſt ſo übermächtig, daß ſie jene ſchwächeren Anziehungen in den gewöhnlichen Verhältniſſen völlig der Wahrnehmung entzieht. Nur, wo, wie bei ſchwimmenden Körpern, die Wirkung der Erdanziehung ins Gleichgewicht geſtellt iſt, kann die Wirkung der einzelnen Anziehungen zum Vorſchein kommen. Wenn z. B. in einem dicken ſteinernen Gefäße leichte Körper ſchwimmen, ſo wird man bei völliger Ruhe des Waſſers bemerken, wie nach kurzer Zeit alle ſich an den ihnen nächſten Rand gezogen haben, und gleichſam an demſelben feſthangen. Ein noch deutlicheres Beiſpiel giebt eine mit fetter Sahne gemiſchte Taſſe Kaffee, in welche man einen Theelöffel geſtellt hat. Denn, wenn nach einiger Zeit die Sahne ſich auf der Oberfläche gelagert hat, ſo wird man nicht nur die dickſte Schicht

derſelben am Rande der Taſſe finden, ſondern auch über dem Theelöffel die ganze Form deſſelben durch eine dickere und weißere Schicht abgebildet ſehen, und zwar um ſo deutlicher, je näher ſie dem ſchräggeſtellten Löffel iſt. Man findet hier alſo zugleich eine Andeutung des umgekehrten Quadrats der Entfernung.

Schwimmen alſo 2 Kugeln, die aus dem nämlichen Stoffe, z. B. einerlei Holzart, und von gleicher Größe ſind, frei von jeder fremden Einwirkung, ſo werden ſie einander mit gleicher Kraft anziehen, und in der Mitte ihres Zwiſchenraums zuſammenſtoßen. Sind ſie aber von verſchiedener Größe, z. B. im Verhältniß der Radien von $\sqrt[3]{1}$ zu $\sqrt[3]{4}$, alſo von **1 : 1,**7.., ſo iſt ihre gemeinſchaftliche Anziehungskraft 5 **A**; davon wirkt aber **A** auf **B** nur mit $\frac{1}{5}$, **B** auf **A** mit $\frac{4}{5}$, alſo wird **B** nur um $\frac{1}{5}$, **A** um $\frac{4}{5}$ aus ſeiner Stelle gezogen, mithin iſt $\frac{4}{5}$ die Stelle, wo beide zuſammenſtoßen. Wüßte man aber umgekehrt dieſe Wirkung, ohne die Maſſen zu kennen, ſo könnte man aus der Wirkung auf die Urſache zurückſchließen, und daraus erkennen, daß die Maſſen ſich wie **1 : 4** verhalten müßten.

Bei zwei Körpern iſt die Entfernung von jedem deſſelben bis zu dem andern nothwendig gleich. Wenn aber zwei feſte Kugeln auf eine dritte bewegliche wirken, die in der Mitte zwiſchen beiden ſchwimmt, ſo werden jene, wenn ihre Maſſe gleich iſt, jede die Wirkung des andern vernichten, folglich wird gar keine Bewegung entſtehen. Iſt aber eine der feſtſtehenden Kugeln größer als die andere, ſo wird ſie mit dem Ueberſchuſſe ihrer Maſſe die bewegliche Kugel an ſich ziehen. Wäre alſo in dieſem Falle die Maſſe des einen jener feſtſtehenden Kugeln bekannt, ſo würde man aus der Wirkung des Ueberſchuſſes der Anziehungskraft die Maſſe der andern berechnen können.

Wäre aber die Entfernung der beweglichen Kugel von den beiden feſtſtehenden ungleich, und es verhielte ſich die Entfernung **AC** zu **BC** = 1 : 2, ſo würde man, wenn **C** unverändert an ſeiner Stelle bliebe, ſchließen können, daß die Maſſe von **A** ſich zur Maſſe von **B** verhalten müſſe wie $1^2 : 2^2$ alſo wie 1 : 4. Erfolgte dagegen eine Bewegung von **C** gegen eine der feſten Kugeln, ſo würde aus der Stärke derſelben ſich der Ueberſchuß ihrer Maſſe über das Verhältniß des Quadrats der Entfernungen ermitteln laſſen. Sind aber alle drei Kugeln beweglich, ſo entſteht das ſchwierige Problem der drei Körper, welches bis jetzt noch keine befriedigende Auflöſung gefunden hat.

Hieraus erhellet im Allgemeinen die Möglichkeit, ſowohl aus dem Gleichgewichte der Himmelsköper, als aus den Störungen derſelben ſichere Schlüſſe auf die Maſſe derſelben zu machen; doch läßt ſie ſich auch noch im Beſonderen etwas näher entwickeln.

Wirkte keine andere Kraft als die Anziehung der Sonnenmaſſe auf

die Planeten, ſo wären ſie längſt alle zur Sonne geriſſen, oder auf dieſelbe gefallen. Weil aber, vielleicht bei der urſprünglichen Trennung derſelben von der Aequatorialzone des in der Verdichtung begriffenen Sonnenkörpers die Rotation deſſelben ihnen in der Tangente deſſelben einen Stoß mittheilte (wie die Schleuder dem aus ihr fliegenden Steine); ſo bewirkte dieſer Stoß in Verbindung mit der Anziehungskraft den fortdauernden kreisartigen oder elliptiſchen Umlauf (etwa wie der Tangentialſtoß bei einem an einem Pfahl befeſtigten Schlitten auf glattem Eiſe), ſo daß beide Kräfte ſich in das von Keppler aufgefundene Verhältniß ſetzten, nach welchem die Quadrate der Umlaufszeiten ſich verhalten wie die Würfel der mittlern Entfernungen. Aus dieſem läßt ſich daher die Verhältnißzahl der Anziehungskraft der Sonne gegen jeden Planeten erkennen, wenn man die Würfel der mittlern Entfernungen mit dem Quadrate der Umlaufszeiten dividirt. Es ſei z. B. in runden Zahlen

1) die Umlaufszeit der Erde 52 Wochen, ſo beträgt die Quadratzahl derſelben $52 \times 52 = 2740$ Wochen.
2) Es ſei die mittle Entfernung der Erde von der Sonne 20 Mill. Meilen, ſo iſt der Würfel oder die Kubikzahl der Entfernung $20 \times 20 \times 20 = 8000$ Mill. Meilen.
3) Alſo iſt die Verhältnißzahl für die Anziehungskraft, mit welcher die Sonne auf die Erde, wie auf alle übrigen Planeten wirkt, $\frac{8000}{2740} = 2{,}92$.

Aber dieſes iſt eine bloße Verhältnißzahl, mit welcher nichts weiter zu machen wäre, wenn ſich nicht eine zweite finden ließe, welche die Anziehungskraft der Erde repräſentirte. Zur Entdeckung derſelben bietet nun glücklicher Weiſe unſer Mond eine Gelegenheit dar, weil für deſſen Bewegung um die Erde das nämliche Kepplerſche Naturgeſetz gilt, welches ſo eben auf die Bewegung der Erde um die Sonne angewendet iſt. Nun ſei gleichfalls in runden Zahlen:

1) die Umlaufszeit des Mondes um die Erde 4 Wochen, ſo iſt das Quadrat derſelben $4 \times 4 = 16$ Wochen;
2) die mittlere Entfernung 50000 Meilen, alſo $1/20$ Million M., ſo iſt der Würfel derſelben $\frac{1 \times 1 \times 1}{20 \times 20 \times 20} = \frac{1}{8000}$ Mill. M.;
3) alſo iſt die Verhältnißzahl für die Anziehungskraft der Erde gegen den Mond $= 16$ dividirt in $\frac{1}{8000} = \frac{1}{128000}$.

Da nun die Anziehungskräfte der Körper ſich verhalten wie ihre Maſſen, ſo würde aus der obigen Berechnung folgen, daß ſich verhalten:

die Maſſe der Sonne : Maſſe der Erde $= 2{,}92 : \frac{1}{128000}$,

daß alſo die Maſſe der Sonne 373760 Mal größer ſei als die Maſſe der Erde.

Dieſe Berechnung iſt nun freilich nicht genau, weil die wirkliche Entfernung der Erde um $7/10$ Mill. und des Mondes um 1820 Meilen

zu klein, auch beide Umlaufszeiten ein wenig zu klein angenommen ſind. Doch iſt das Reſultat nur ungefähr um $^1/_{14}$ zu groß, indem nach den genauen aſtronomiſchen Berechnungen die Sonne 345936 Mal ſo viel Maſſe enthält, als die Erde.

Auf ähnliche Weiſe läßt ſich bei den drei übrigen Planeten, welche Monde haben, das Verhältniß ihrer Maſſen zur Maſſe der Sonne, oder des Gewichts derſelben zum Gewichte der Sonne, alſo auch ihr Verhältniß zu einander in Anſehung ihrer Maſſen oder Gewichte berechnen, und die Reſultate dieſer Berechnungen werden dann wieder auf die Störungen angewendet, welche ſie bei den übrigen erleiden oder verurſachen, um dadurch auch deren Maſſen zu finden. Doch hat dieſes große Schwierigkeiten, daher die früheren Angaben ſehr von den neueſten abweichen. Noch Littrow beſtimmt die Dichtigkeit des Merkur's wie 1 : 3,61, und des Mars zu 0,74. Die erſtere iſt aber, ſeit der Enckeſche Komet ihm 1835 ſehr nahe kam, auf das Verhältniß 1 : 1,5 zurückgebracht, und Mars durch eine ſtarke Reduction ſeines Durchmeſſers auf 1 : 0,86 erhöht.

1. Verhältniß der Maſſen der Planeten.

Die Reſultate der aſtronomiſchen Berechnungen über die Verhältniſſe der Maſſen, welche gewöhnlich und auch von Prof. Mädler nach Theilen der Sonnenmaſſe angegeben werden, ſind in der **Unterabtheilung 1** auf das Verhältniß zur Erde = 1 zurückgeführt, weil dieſes für die leichtere Auffaſſung und Vergleichung, auch für die Entwickelung der folgenden Unterabtheilungen bequemer ſchien; für die kleinen mittlern Planeten iſt es aber aus den angegebenen Gründen in allen Columnen der Maſſenverhältniſſe weggelaſſen, woraus auch wegen ihrer Kleinheit für die Vergleichungen kein Nachtheil entſteht.

Vergleicht man nämlich die Maſſe der ſämmtlichen Planeten mit der Sonnenmaſſe, ſo ſieht man leicht, daß dabei ſogar die 4 innern Planeten nur einen geringen Einfluß haben. Denn faßt man deren Geſammtmaſſe zuſammen, ſo findet man, daß ſie nur kaum $2^1/_4$ Einheiten der Sonnenmaſſe und nicht viel mehr als $^1/_6$ der Uranusmaſſe, $^1/_{44}$ der Saturnsmaſſe und $^1/_{147}$ der Jupitersmaſſe beträgt, die allein reichlich $1^2/_3$ Mal ſo groß iſt, als alle übrigen Planeten zuſammengenommen. Die Sonnenmaſſe aber iſt 773 Mal größer als alle ihre Planeten zuſammengenommen.

2. Dichtigkeit oder Dichte.

Von der Menge der Maſſe muß die Dichtigkeit derſelben wohl unterſchieden werden. Ein Pfund Waſſer und ein Pfund Blei haben eine gleiche Menge der Maſſe, aber der Raum, den jenes einnimmt, iſt 11 Mal größer; die Theilchen, welche die Maſſe des Bleis ausmachen, müſſen alſo

viel dichter zuſammengedrängt ſein. Die Menge der Maſſe allein beſtimmt das abſolute Gewicht der Körper, das Verhältniß jener Menge zu einem beſtimmten Raume aber, z. B. zu einem Cubikfuße, das ſpecifiſche Gewicht deſſelben. Das Verhältniß des ſpecifiſchen Gewichts der Weltkörper unſers Sonnenſyſtems wird alſo durch die Vergleichung der Maſſe mit dem körperlichen Inhalte gefunden, und ſtellt man dieſe an, ſo findet man ſogleich, daß die Verhältnißzahl der Maſſe der Sonne zur Erde in der Verhältnißzahl ihres körperlichen Inhalts 4 Mal enthalten, alſo eine gleiche Maſſe über einen 4 Mal ſo großen Raum ausgedehnt iſt, wie bei der Erde; daß alſo die Erde im Ganzen 4 Mal ſo dicht iſt, wie die Sonne. Soll alſo z. B. das Verhältniß der Dichtigkeit der Erde zum Saturn gefunden werden, ſo iſt

1) das Verhältniß der Maſſen beider . . . . = 1 : 100,4
2) das Verhältniß des körperl. Inhalts 1 : 851,7, umgekehrt = 851,7 : 1
Alſo das zuſammengeſetzte Verhältniß 851,7 : 100,4

oder, an Dichtigkeit verhält ſich die Erde zum Saturn wie 1 : 0,1178 oder nahe wie 1 : 2/17. Auf dieſe Weiſe ſind in der **Unterabtheilung** 2 alle Angaben der **Columne a** berechnet, aus welchen ſich ergiebt, daß der nächſte Planet Merkur unter allen der dichteſte iſt, bei den folgenden aber die Dichtigkeit mit ihrer größern Entfernung immer mehr abnimmt, bis ſich bei dem äußerſten Uranus wieder eine auffallende Anomalie zeigt, indem dieſer nach den neueſten Berechnungen noch 2/3 Mal dichter iſt, als ſein Vorgänger Saturn, während man nach den früheren ihn für 2, ja ſogar für faſt 2½ Mal ſo dicht gehalten hatte. Doch wird man die Sache noch nicht für völlig entſchieden halten können, da die Beobachtungen des Uranus durch ſeine große Entfernung ſo ſehr erſchwert werden, und bei ihm ein Irrthum von ½ Bogenſecunde ſeinen Durchmeſſer, von dem die Berechnung des körperlichen Inhalts abhängt, ſchon um 800 Meilen zu groß oder zu klein macht. Eben ſo auffallend iſt es, daß die Sonne ſo viel weniger dicht erſcheint, als ihre nächſten Planeten. Doch iſt ſchon S. 186 erinnert, daß dasjenige, was wir von ihr ſehen, nicht ihr feſter Kern ſondern ihre Lichthülle (Photoſphäre) iſt.

Aber alle bisher betrachteten Berechnungen über die Maſſen- und Dichtigkeitsverhältniſſe gaben bloße Verhältnißzahlen; ſie bezeichneten bloß das Verhältniß, in welchem die Dichtigkeit der Sonne und Planeten zur Dichtigkeit der Erde im Ganzen ſtehe; von dieſer ſelbſt aber ließ ſich erſt ein deutlicher Begriff erhalten, wenn es gelang, ihr Verhältniß zu einem bekannten irdiſchen Körper, namentlich zu dem Grundmaße aller ſpecifiſchen Schwere, dem Waſſer, aufzufinden. Dieſes möchte aber ein wenigſtens eben ſo unauflösliches Problem zu ſein ſcheinen, als die Beſtimmung des Verhältniſſes der Maſſen ſelbſt. Denn ſchon die Oberfläche der Erde iſt aus Stoffen von der verſchiedenſten Dichtigkeit zuſammengeſetzt, aus denen ſich keine Durchſchnittszahl finden

läßt, und das Innere der Erde iſt unſern Unterſuchungen völlig verſchloſſen.

Doch Newton's Attractionstheorie leiſtete auch hier die gewünſchte Hülfe, und der engliſche Aſtronom Maskelyne († 1811) war der erſte, der den Verſuch machte, dieſelbe zu dieſem Zwecke anzuwenden. Er wählte in dieſer Abſicht den Berg Shehallian in Schottland (Perthſhire), der theils aus reinem Granit beſteht, theils durch ſeine Form die Aufſtellung der Inſtrumente und die Berechnung ſeines körperlichen Inhalts erleichterte. Durch ſehr ſcharfe aſtronomiſche Beobachtung eines Sterns ſuchte er dann auszumitteln, ob und wie viel ein von großer Höhe herabhängendes Loth zu beiden Seiten des Berges durch die Attraction deſſelben von der Richtung gegen den Mittelpunkt der Erde abgelenkt wurde; und die zu beiden Seiten übereinſtimmenden Erfolge ergaben nun das Verhältniß der Attraction des Granitberges zur Attraction der Erde. Da nämlich der körperliche Inhalt des Granitberges berechnet werden konnte und der Inhalt der Erde bekannt war, ſo erhielt er das Reſultat, daß eine Granitkugel von der Größe der Erde $\frac{5}{9}$ der Maſſe enthalten würde, welche die ganze Erde beſitzt. Da es nun gleichfalls bekannt iſt, daß der Granit $2\frac{1}{2}$ Mal ſo dicht iſt, als das reine Waſſer; ſo ergab ſich, daß die Erde $\frac{9}{5} \times \frac{5}{2} = \frac{45}{10}$ oder $4\frac{1}{2}$ Mal ſo dicht ſei, als eine eben ſo große Kugel von reinem Waſſer; daß alſo die ſpecifiſche Schwere des reinen Waſſers zu der der Erde ſich verhalte, wie $1 : 4\frac{1}{2}$. Spätere noch genauere und ſorgfältigere Verſuche haben dieſes Verhältniß etwas vergrößert. Das neueſte von dem engliſchen Aſtronomen Baily iſt $1 : 5{,}66$, alſo faſt genau $1 : 5\frac{2}{3}$, und dieſes iſt bei der Berechnuug der **Columne b** zum Grunde gelegt. Vergleicht man die Angaben derſelben mit den Tabellen über die ſpecifiſchen Gewichte der Naturkörper, wie ſie z. B. in Schumacher's Jahrbuche ſich finden, ſo wird man leicht für jede Art der Dichtigkeit einen ihm wenigſtens ſehr nahe kommenden irdiſchen Körper auffinden können. Nur muß man dabei die Dichtigkeit nicht mit der Härte oder Feſtigkeit des Zuſammenhangs der Theile verwechſeln. Queckſilber iſt doppelt ſo dicht wie Stahl, aber flüſſig, während dieſes zu den härteſten und feſteſten Körpern gehört. Man kann alſo die Dichtigkeit der Weltkörper bald mit flüſſigen bald mit feſten Körpern vergleichen, ohne daß dadurch über die Flüſſigkeit oder Feſtigkeit ihrer Oberfläche irgend etwas beſtimmt würde. So viel iſt aber gewiß, daß ein Waſſer von der Dichtigkeit des unſrigen auf den drei äußern Planeten unmöglich iſt, indem dabei ihr Gleichgewicht um ſo weniger beſtehen könnte, weil die Oberfläche aller Planeten viel weniger dicht ſein muß, als das Innere. Man darf nämlich die angegebene Dichtigkeit nur auf das Ganze der Weltkörper beziehen, und muß ſie als die Durchſchnittszahl zwiſchen der Oberfläche und der wachſenden Dichtigkeit des Innern betrachten. Durchſchnittlich läßt ſich alſo die Dichtigkeit des Merkur's mit der Bleiglätte,

der Venus und Erde mit Hornſilber, des Mars mit Baryterde und dem orientaliſchen Sapphir, Jupiter mit Eichenkernholz, Saturn mit Tannenholz und Uranus mit Eſchenholz vergleichen.

3. Schwere auf der Oberfläche der Planeten.

Die Schwere auf der Oberfläche eines Planeten iſt die Kraft, mit welcher ein Körper auf derſelben gegen den Mittelpunkt derſelben gezogen wird, alſo der Druck, den er gegen dieſe Oberfläche ausübt; daher dieſer, wenn der Körper von derſelben getrennt werden ſoll, durch eine angemeſſene entgegengeſetzte Kraft aufgehoben werden muß. Sie hängt direct von der Maſſe des Planeten ab, die in ihrem Mittelpunkte als dem gemeinſchaftlichen Schwerpunkte aller Theile concentrirt iſt. Aber ſie wird vermindert, theils nach dem umgekehrten Quadrate der Entfernung vom Mittelpunkte, theils durch die Schwungkraft, welche der Schwerkraft des Mittelpunkts entgegenwirkt. Die erſte dieſer Urſachen macht, daß bei Planeten von geringer Dichtigkeit die Schwere an ihrer Oberfläche überhaupt weit geringer iſt, als ſie es ſein würde, wenn ihre Maſſe auf einen kleineren Raum zuſammengedrängt wäre, die zweite aber, daß auf allen Planeten die Schwere unter den Polen größer iſt als am Aequator. Doch iſt der Unterſchied auf den vier innern Planeten, wo die Rotationszeit von mittler Länge und die Abplattung unbedeutend iſt, wenig merklich; aber auf dem Jupiter und Saturn bewirkt die ungeheure Schwungkraft, verbunden mit dem wegen der Abplattung ſo ſehr verkürzten Radius der Pole, einen ſehr großen Unterſchied, nämlich auf dem Jupiter faſt wie 3 : 4, und auf dem Saturn faſt wie 1 : 2, wodurch es nöthig ward, ihn in der **Unterabtheilung 3** durch doppelte Zahlen bemerklich zu machen, welche die Reſultate der auf alle dieſe Umſtände Bezug nehmenden Berechnungen nach den Angaben des Prof. Mädler zuſammenſtellt. Aus derſelben ſieht man, daß ein Tänzer, wenn er eine Kunſtreiſe durch die Planeten machen könnte, mit der nämlichen Anſtrengung, welche ihm auf der Erde ein Entrechat von 3 Fuß Höhe koſtet, auf der Venus 3 Fuß 2½ Zoll, auf dem Uranus 3 Fuß 8½ Zoll, auf dem Merkur 5 Fuß 2 Zoll und auf dem Mars 6 Fuß ſich erheben könnte, auf der Sonne dagegen nicht viel über 1¼ Zoll vom Boden kommen würde, falls ſeine Beine überall im Stande wären, ſeine Körperlaſt von mehr als 4000 Pfund zu tragen. Unter dem Saturns-Pole könnte er ſich faſt ſo hoch erheben, wie auf dem Uranus, alſo 3 Fuß 8 Zoll, auf deſſen Aequator aber nur reichlich 2 Fuß 3 Zoll; unter dem Jupiters-Pole 1 Fuß 4½ Zoll und unter deſſen Aequator nur 1 Fuß 1 Zoll.

4. Fallhöhe in der erſten Secunde.

Durch die falſche Anwendung des an ſich richtigen Grundſatzes, daß die Wirkungen ſich verhalten wie die Urſachen, war es dem großen Ari-

ſtoteles ungeachtet ſeines außerordentlichen Scharfſinns ergangen, wie es der rein ſpeculativen Philoſophie ſtets ergangen iſt und auch ferner ergehen wird, wenn ſie ihre einſeitigen Schlüſſe nicht an der Erfahrung prüft. Er hatte den Satz aufgeſtellt, daß die Geſchwindigkeit eines fallenden Körpers von dem Gewichte deſſelben abhange, daß alſo ein Körper von 2 Pfund Gewicht doppelt ſo ſchnell falle, als einer von 1 Pfd. Auch fiel es in den nächſten faſt 2000 Jahren Keinem ein, eine ſolche Auctorität zu bezweifeln. Erſt Galilei wurde durch ſeine Beobachtungen dazu bewogen, und ſah ein, daß wegen der Vertheilung der Schwerkraft über die Maſſe jedes Theilchen derſelben nicht mehr von dieſer Kraft erhielte, als es ohne die Verbindung mit den übrigen beſitze, daß alſo der ariſtoteliſche Satz eben ſo falſch ſei, als wenn man behaupten wollte, zwei Läufer neben einander könnten einen Weg in der Hälfte der Zeit zurücklegen, den jeder einzelne nöthig hätte. Auch zeigten ſpätere Verſuche, nachdem die Luftpumpe erfunden war, daß im luftleeren Raume eine Feder und ein Ducaten in gleicher Zeit den Boden erreichen. Er fand durch ſeine Verſuche, daß jeder Körper (abgeſehen vom Widerſtande der Luft) in der erſten Secunde durch einen Raum von 15 Par. Fuß falle, jedoch mit einer ungleichen Geſchwindigkeit, welche von 0 anfängt und fortdauernd in einem ſolchen Verhältniſſe anwächſt, daß die Durchſchnittsgeſchwindigkeit 15 Fuß beträgt. Dieſes Anwachſen der Geſchwindigkeit dauert auch in jeder der folgenden Secunden fort, daher nach den Geſetzen der arithmetiſchen Progreſſion der durchlaufene Raum in der zweiten Secunde $3 \times 15 = 45$, in der dritten $5 \times 15 = 75$, in der vierten $7 \times 15 = 105$ Fuß u. ſ. w., alſo in den 4 Secunden zuſammen 240 Fuß betragen, welches Naturgeſetz nach ihm die galileiſche Zahl heißt.

Damit hingen auch ſeine Beobachtungen über die Pendelſchwingungen zuſammen, welche nichts anderes ſind, als ein abwechſelndes Fallen und Steigen eines mit ungehinderter Beweglichkeit aufgehängten Körpers. Er fand, daß die Zeitlänge der Schwingungen weder von der Größe des Bogens, den ſie beſchreiben, noch (wenn der Widerſtand der Luft beſeitigt iſt) von dem Gewichte des aufgehängten Körpers, ſondern einzig und allein von der Pendellänge abhängt, indem die Pendellängen ſich verhalten wie die Quadrate der Zeitlängen, ſo daß die Länge des Secundenpendels, welche in Paris nach den Unterſuchungen von Borda, Arago u. A. v. Humboldt $993,_{8666}$ Millimeter, oder 3 Fuß $2,_{07}$ Zoll Rheinl. beträgt, auf das Vierfache vermehrt werden muß, wenn er nur jede 2 Secunden 2 Schwingungen, (nämlich hin und her) machen ſoll.

Dieſe Entdeckung führte bald zur Erfindung der Pendeluhren, und dieſe wiederum zu einer neuen Entdeckung. Der franzöſiſche Aſtronom Richer bemerkte 1672, daß ſeine Pendeluhr, welche in Paris genau mittlere Zeit hielt, in Cayenne (5 Gr. vom Aequator) täglich 2 Min.

28 Sec. ſich verſpätete, daher er das Pendel um 5 Par. Linien verkürzen mußte; daß ſie aber ſpäter in Paris erſt dann wieder richtig ging, als das Pendel auf die frühere Länge zurückgebracht war. Daraus ergab ſich, daß die Fallhöhe unter dem Aequator geringer iſt, als in Paris; Newton's Gravitationstheorie aber lehrte den Grund davon einſehen, und erkennen, daß die Fallhöhe zwar keinesweges von dem Gewichte der fallenden Körper, aber wohl von der Erdſchwere, oder von der Größe der Anziehungskraft der Erde abhängt, und daß dieſe ſowohl wegen des größeren Durchmeſſers, als wegen der Schwungkraft unter dem Aequator geringer ſein muß, als an den Punkten der Erdoberfläche, welche den Polen näher liegen. Daraus folgt denn, daß auch auf den verſchiedenen Weltkörpern die Fallhöhe und die Länge des Secundenpendels eben ſo verſchieden ſein müſſe, als ihre Schwerkraft (oder Anziehungskraft) an ihrer Oberfläche verſchieden iſt. Iſt nämlich die Schwerkraft größer, ſo iſt es auch die Fallhöhe und die Pendellänge; iſt jene ſchwächer, ſo ſind auch dieſe kleiner. So würde z. B. der Secundenpendel auf der Sonne eine Länge von 86 Par. Fuß, und auf dem Mars die Hälfte der unſrigen, alſo 22 Zoll haben, auf der Venus hingegen faſt ganz mit der unſrigen übereinſtimmen. Wenn aber auf dem Jupiter und Saturn Penduhren nicht mehr als eine Secunde in ihren kurzen Rotationstagen abweichen ſollen, ſo müſſen ſie ſchon für jedes Zehntheil ihrer Breitengrade eine verſchiedene Pendellänge haben.

Da dieſe Pendellänge ſich unmittelbar nach der Schwere richtet, ſo iſt dafür keine beſondere Columne verwendet, in der **Columne 4** aber die verſchiedene Fallhöhe nach den Angaben Mädler's zuſammengeſtellt. Auch hier mußten beim Jupiter und Saturn wegen der großen Verſchiedenheit unter dem Aequator und Pole die Fallhöhen an beiden Punkten beſonders angegeben werden.

Sechſte Hauptabtheilung. F.

Lichtverhältniſſe.

Die letzte Hauptabtheilung der tabellariſchen Ueberſicht des Planeten-Syſtems behandelt die verſchiedenen Verhältniſſe der Planeten zum Sonnenlichte, dem ſie ihre Erleuchtung, zum Theil auch ihre Wärme, verdanken. Die Stärke der Erleuchtung läßt ſich beſtimmt angeben, da ſie ſich nach den Quadraten der Entfernung vermindert, alſo zu dieſen in umgekehrtem Verhältniſſe ſteht. Sie iſt daher in der erſten Unterab-

theilung enthalten. Ueber den Grad der Wärme aber, den das Sonnenlicht auf den verſchiedenen Planeten hervorbringt, läßt ſich nichts beſtimmen, weil dieſer, wie wir ſchon auf unſrer Erde bemerken, noch außer der Lichtſtärke von der Erwärmungsfähigkeit der Atmoſphäre und Oberfläche, und von vielen andern Umſtänden abhängt, auch die innere Wärme der Planeten ihren Antheil hat. Dagegen iſt die Zeit, welche das Sonnenlicht gebraucht, um zu jedem der Planeten zu gelangen, wenn ſie auch keinen Einfluß auf den Zuſtand der Planeten haben mag, doch in mancher andern Hinſicht, beſonders aber zur Beurtheilung der Fixſterne, ſo intereſſant und wichtig, daß ich ſie nicht übergehen durfte, und ihr daher die letzte Unterabtheilung gewidmet habe.

1. Stärke des Lichts.

Da leider bis jetzt alle Verſuche vergeblich geweſen ſind, die Stärke des Lichts an und für ſich (die abſolute Lichtſtärke) zu beſtimmen, ſo muß man ſich begnügen, die Stärke deſſelben in ihrem Verhältniſſe zu einer andern bekannten (die relative Lichtſtärke) zu erkennen, und die natürlichſte Grundeinheit für die Stärke des Sonnenlichts auf den verſchiedenen Planeten iſt unſtreitig die Stärke, welche das Sonnenlicht bei heiterer Atmoſphäre auf der Erde zeigt. Zwar iſt auch dieſe nach der Sonnenhöhe verſchieden, aber eben ſo wird es auch auf den verſchiedenen Planeten ſein, und das gefundene Verhältniß überall bei reiner Atmoſphäre für gleiche Sonnenhöhe gelten. In der Ueberſchrift der Columne durfte der Zuſatz: „Mittlere Stärke des Sonnenlichts", nicht fehlen, weil ſie für den mittlern Abſtand der Planeten berechnet, und der Unterſchied beim Perihel und Aphel für die ſehr excentriſchen, z. B. Merkur und Mars, nicht unbedeutend iſt. In Anſehung der Brüche zog ich zur Erleichterung der Ueberſicht bei den mittlern und äußern Planeten die gewöhnlichen annähernden vor, bei den innern, wo ſie leichter zu überſehen ſind, und größere Genauigkeit wünſchenswerth ſchien, behielt ich die Decimalen. Leicht erſieht man nun, daß Merkur reichlich 7 Mal und Venus faſt 2 Mal ſo viel Sonnenlicht erhält als die Erde, Mars aber noch nicht die Hälfte, die mittlern Planeten durchſchnittlich ungefähr $^1/_7$, Jupiter nur $^1/_{27}$, Saturn $^1/_{91}$ und Uranus in ſeiner mittlern Entfernung gar nur $^1/_{368}$.

2. Zeit des Sonnenlichts.

Niemals hätte die Geſchwindigkeit, mit der das Sonnenlicht ſich fortpflanzt, durch Beobachtung der Erſcheinungen auf unſerer Erde erkannt werden können, denn ſie iſt viel zu groß, als daß bei irdiſchen Erſcheinungen irgend ein von der Entfernung herrührender Zeitunterſchied be-

merkbar werden könnte. Nur die Aſtronomie konnte hier der Phyſik zu Hülfe kommen, und ſie that es, obgleich zunächſt nur, um ihrer eigenen Verlegenheit abzuhelfen.

Bald nach Erfindung der Fernröhre wurden nämlich die durch dieſelben neu entdeckten Trabanten Jupiter's in deſſen Oppoſitionen fleißig beobachtet, deren Umläufe und Finſterniſſe feſtgeſtellt, und für jeden Punkt des Jupiters-Umlaufs und ſeiner Entfernungen von der Erde berechnet. An der Richtigkeit dieſer Berechnungen ließ ſich nicht zweifeln, aber je genauer ſie wurden, deſto mehr bemerkte man mit Befremden, daß die Beobachtung der Finſterniſſe von der Zeit, in welcher ſie nach den Berechnungen ſtatt finden ſollten, bald mehr bald weniger abwichen, bei jeder neuen Oppoſition aber die Unterſchiede wegfielen und die Rechnung ihre Richtigkeit bewährte. Lange blieb die Urſache dieſer Erſcheinung ein unauflösliches Räthſel, bis im Jahre 1675 der däniſche Aſtronom Römer in Paris, ein Gehülfe Caſſini's, auf den Gedanken gerieth, daß doch auch wohl das Licht einer gewiſſen Zeit zu ſeiner Fortpflanzung bedürfen möge, obgleich dieſes ſonſt nirgends bemerklich ſei, und daß die Verſpätung der Wahrnehmung der Finſterniſſe in größern Entfernungen Jupiter's davon herrühren könne. Er fing nun an, für jeden der bisher beobachteten Unterſchiede die dermalige Entfernung Jupiter's von der Erde zu berechnen, und fand dadurch ſeine Vermuthung beſtätigt, daß die Verſpätung der Beobachtungszeit gegen die Rechnung in eben dem Verhältniſſe wie die Entfernung zugenommen, und bei der Annäherung Jupiter's ſich wieder vermindert habe. Eine Vermehrung der Jupiter's-Entfernung von 20½ Millionen Meilen ergab einen Zeitunterſchied von 8¼ Minuten, woraus ſich ſchließen ließ, daß das Sonnenlicht eine gleiche Zeit gebrauche, um zu uns zu gelangen, und alſo in jeder Secunde einen Raum von 41000 Meilen durchfliege. Jetzt ließ ſich die Zeit, welche es gebraucht, um zu jedem ſeiner Planeten zu gelangen, leicht ſo berechnen, wie die **Columne 2** ſie angiebt, und aus welcher zu erſehen iſt, daß wir auch in der Oppoſition Jupiter's die Verfinſterungen ſeiner Trabanten erſt 44—8¼, alſo 35¾ Minuten ſpäter erblicken, als ſie wirklich ſich ereignen, dann aber für jede 20½ Millionen einer größeren Entfernung noch um 8¼ Minuten ſpäter. Bei den Oppoſitionen Saturn's und des Uranus gelangen die Lichtſtrahlen des erſtern nur nach 1 Stunde 11¾ Min., und des letztern gar erſt nach 2 Stunden 4 Min. in unſer Auge; bei den nächſten Fixſternen aber verwandeln ſich dieſe Stunden in Jahre, bei den entfernteſten wahrſcheinlich in Jahrtauſende.

Bei den letztern entſteht aus der Verſpätung des Lichts für unſere Wahrnehmung deſſelben, und aus dem verſchiedenen Standpunkte, auf welchem ſich unſer Auge während eines Jahrs in der Erdbahn befindet, die ſcheinbare jährliche Bewegung der Fixſterne, welche die **Aberration** oder **Abirrung des Lichts** heißt, und nach jeder Seite reichlich 20 Sec.

beträgt. Sie ward 1725 von dem engliſchen Aſtronomen Hooke zufällig bei γ im Drachenkopfe entdeckt, als er vergeblich deſſen Parallaxe ſuchte, und von Bradley, dem größeſten engliſchen Aſtronomen des vorigen Jahrhunderts, im Jahre 1727 näher unterſucht und befriedigend erklärt, worüber die Liebhaber in Nürnberger's Aſtron. Wörterb. S. 6 bis 20 eine ſehr vollſtändige und faßliche Auskunft finden können. Aber auch für alle Weltkörper unſers Sonnenſyſtems findet jene Aberration, jedoch in verſchiedenem Grade, ſtatt, weil keiner derſelben ſich genau noch an der Stelle befindet, wo wir deſſen früher abgegangene Lichtſtrahlen ſehen.

Siebentes Kapitel.

Erläuterung der tabellariſchen Ueberſicht der aſtronomiſchen Verhältniſſe der Trabanten unſers Sonnenſyſtems.

Beim erſten Anblicke dieſer Tabelle wird es ſogleich in die Augen fallen, daß ſie eine Hauptabtheilung weniger hat als die vorige, die Planeten betreffende. Dieſes rührt daher, daß bei den Trabanten die Bahn- und Rotationsverhältniſſe zuſammenfallen. Denn alle bisherigen Wahrnehmungen beſtätigen die Vermuthung, daß alle Trabanten (Satelliten oder Monde) ohne Ausnahme ſich eben ſo, wie unſer Mond, während eines ſynodiſchen Umlaufs nur ein einziges Mal um ihre Axe drehen, folglich ihren Planeten unwandelbar die nämliche Seite zukehren; ſo daß die Gleichheit der Rotations- und Umlaufszeit ein allgemeines Naturgeſetz für alle Trabanten zu ſein ſcheint. Daher iſt aber auch ihre Rotation gegen ihre Größe zu langſam, als daß irgend eine Abplattung bei ihnen wahrzunehmen wäre, und auch die Geſchwindigkeit des Aequators kann bei ihnen nicht in Betracht kommen. Ferner ſind alle, außer unſerm Monde, zu weit entfernt, als daß man ihre Axenſtellung hätte erkennen können. Ueber alle dieſe Punkte finden daher keine Beſtimmungen bei ihnen ſtatt, und was davon bei unſerm Monde bekannt iſt, iſt ſchon S. 140 ff. erwähnt.

Die übrigen vier hier ausgeführten Verhältniſſe ſind, wie gleichfalls der erſte Blick zeigt, nur in Anſehung unſers Mondes und der Jupiterstrabanten vollſtändig bekannt; in Anſehung der übrigen aber finden ſich viele und große Lücken, weil wegen ihrer großen Entfernung und Kleinheit die Beobachtung derſelben nur wenigen Rieſenteleſkopen und Fernröhren möglich war, und man auch in dieſen ſo große Schwierigkeiten fand, daß wir über ihre Größen- und Maſſenverhältniſſe noch gar nichts wiſſen, auch manches andere noch unſicher iſt.

Erſte Hauptabtheilung. A.

Bezeichnung.

Bis zur Erfindung der Fernröhre war unſer Mond der einzige Trabant oder Satellit, der den Menſchen bekannt war, und erſt bald nach derſelben entdeckte Galilei zuerſt im Anfange des ſiebenzehnten Jahrhunderts die Jupiterstrabanten, welche er zu Ehren des berühmten mediceiſchen Hauſes, welches damals in Florenz herrſchte, die mediceiſchen Sterne nannte. Doch iſt dieſer Name bald außer Gebrauch gekommen. Man benennt jetzt alle Trabanten nach dem Planeten, zu dem ihr Syſtem gehört, und nach der Reihe ihres Abſtands von demſelben; man ſagt alſo: der erſte, zweite, dritte u. ſ. w. Jupiters-, Saturns- oder Uranustrabant. Von den Saturnsmonden wurde der ſechſte zuerſt von Huygens 1655, der ſiebente, fünfte, vierte und dritte von Caſſini 1671 bis 1687 entdeckt. Den erſten und zweiten fand erſt Herſchel durch ſein Rieſenteleſkop 1788 und 1789, und dieſe ſind daher bis jetzt auch noch am wenigſten bekannt. Die Uranusmonde hat, ſeitdem Herſchel ſie zwiſchen 1787 und 1794 als die feinſten Lichtpunkte am Himmel entdeckte, noch kein Aſtronom wieder geſehen, außer daß Prof. Lamont einen derſelben mit vieler Mühe wahrgenommen hat. Nur den zweiten und vierten konnte Herſchel mit einiger Sicherheit beſtimmen, bei den übrigen beruhen die Angaben auf ziemlich unſichern Schätzungen. Die Aufzählung und Bezeichnung dieſer Trabanten, deren mit Einſchluß des Saturnsringes 18 ſind, finden ſich in den **beiden Columnen** dieſer Abtheilung.

Zweite Hauptabtheilung. B.

Bahn- und Rotationsverhältniſſe.

Der Grund, weshalb beide Verhältniſſe bei den Trabanten zuſammenfallen, iſt gleich zu Anfange dieſes Kapitels angegeben. Sie enthalten hier, wie bei den Planeten, die meiſten, nämlich 6 Unterabtheilungen, und auch die wenigſten Lücken, weil die Erſcheinungen, aus denen ſie abgeleitet werden, auch bei den größern Entfernungen am ſicherſten beobachtet werden können.

1. Abſtand oder Entfernung von den Planeten.

Die große Entfernung der Planeten von der Sonne macht den Unterſchied der Entfernungen zwiſchen ihren Mittelpunkten und Oberflächen verhältnißmäßig unerheblich. Anders aber verhält es ſich mit den Trabanten, beſonders im Jupiters- und Saturnsſyſteme, wo die Größe der Planeten und die verhältnißmäßig geringe Entfernung der meiſten Trabanten jenen Unterſchied ſehr groß macht. Daher enthält dieſe Abtheilung zwei Columnen, von denen **die erſte, Columne a**, die Entfernung der Trabanten vom Mittelpunkte des Planeten, aber in 2 Spalten, enthält. Die erſte derſelben giebt jene Entfernung für den mittlern Abſtand des Trabanten, die zweite die Vermehrung beim größeſten Abſtande, den man alſo durch Addition beider Spalten erhält, ſo wie der kleinſte Abſtand durch Subtraction beider gewonnen wird. Daß für dieſe beiden extremen Abſtände die Namen Aphel und Perihel nicht paſſend ſind, geht aus deren Bedeutung (Sonnenferne und Sonnennähe) hervor. Man muß ſie daher bei unſerm Monde mit Apogäum (Erdferne) und Perigäum (Erdnähe) vertauſchen, beim Jupitersſyſteme aber mit Apojovium und Perijovium, beim Saturnsſyſteme mit Apoſaturnium und Periſaturnium, beim Uranusſyſtem endlich mit Apouranium und Periuranium, oder auch mit den deutſchen Namen Jupitersnähe und Jupitersferne u. ſ. w., überhaupt aber mit Planetenferne und Planetennähe.

Gefunden werden dieſe Entfernungen theils durch unmittelbare Beobachtungen des Abſtands in Bogentheilen, deren Größe aus der Entfernung des Planeten bekannt iſt, theils aus den Umlaufszeiten durch Anwendung des dritten Kepplerſchen Naturgeſetzes, wie ſchon S. 84 gezeigt iſt.

Aus der erſten Spalte erhellet, daß in Anſehung des mittlern Abſtands der Mittelpunkte im Jupitersſyſteme der erſte Mond den unſrigen wenig, der vierte aber 5 Mal übertrifft, der erſte und zweite einander am nächſten ſtehen, der vierte aber um ³/₅ weiter vom Jupiter entfernt iſt als der dritte. Im Saturnsſyſteme ſteht noch der fünfte Mond nur etwa um die Hälfte weiter vom Planeten als unſer Mond, und alle 5 faſt in gleichen Abſtänden von einander. Der ſechſte hat nahe die doppelte Entfernung des fünften, der ſiebente aber iſt mehr als 3 Mal ſo weit entfernt wie der fünfte, und 10 Mal ſo weit als unſer Mond. Im Uranusſyſteme iſt der erſte nicht ganz ſo weit entfernt als der unſrige, die folgenden bis zum vierten ſtehen in faſt gleichen Abſtänden nur ungefähr 14 bis 15000 Meilen von einander; der fünfte iſt doppelt ſo weit als der vierte, und der ſechſte wieder doppelt ſo weit als der vierte vom Planeten entfernt. Alle dieſe Verhältniſſe werden durch eine Anſicht von Tafel IV. anſchaulicher gemacht, als die bloßen Zahlen es vermögen.

Die zweite Spalte kann zugleich dienen, die Excentricität in Meilen bemerklich zu machen, und man ſieht daraus, daß dieſe bei den erſten beiden Jupitersmonden gar nicht ſtatt findet, und nur von drei Saturnsmonden bekannt iſt.

Aus der **Columne b** erkennt man dann, wie viel näher die Saturnstrabanten, beſonders aber die Jupiterstrabanten der Oberfläche ihrer Planeten ſind, als dem Mittelpunkte derſelben. Dieſer Unterſchied läßt ſich freilich leicht berechnen, da der Radius des Saturn's 8152½, des Jupiter's aber 10009 Meilen beträgt; doch glaubte ich, es werde den Liebhabern angenehm ſein, ohne weitere Rechnung zu überſehen, wie nahe den Beobachtern auf dieſen Planeten ihre Trabanten ſind, obgleich dieſes nur von denen gilt, welche auf dem Aequator derſelben ſtehen, denn gegen die Pole derſelben verſchwindet dieſer Vortheil, und es entſteht dort in Anſehung der näheren Trabanten, ſo weit ſie überhaupt gegen den Pol hin noch ſichtbar ſind, ein bedeutender Unterſchied in der ſcheinbaren Größe derſelben aus dem Breitengrade, von welchem ſie geſehen werden, während dieſer Unterſchied bei unſerm Monde kaum merklich iſt, indem derſelbe hier zwiſchen Aequator und Pol nur $0,_{52}$ oder reichlich ½ Minute im Durchmeſſer beträgt, welches einen Unterſchied des Lichts von $0,_{03}$ alſo von $1/_{33}$ ausmacht. Auf dem Jupiter hingegen wird der erſte Mond unter dem Aequator etwa um $1/_{10}$ des ſcheinbaren Durchmeſſers größer geſehen als am Pole, welches in der Lichtſtärke einen Unterſchied von $0,_{19}$, alſo faſt von ⅕ ausmacht. Am auffallendſten aber iſt dieſer Unterſchied beim Saturnsringe, der vom Mittelpunkte über 12300 und von der Oberfläche noch nicht 4600 Meilen entfernt iſt, und beim erſten Saturnsmonde, der faſt nur halb ſo weit von der Oberfläche als vom Mittelpunkte abſteht.

2. Excentricität.

Was die zweite Spalte der Columne a in Meilen angab, findet ſich in der **Columne 2** in Decimalbrüchen der halben großen Axe, wodurch die Größe der Excentricität im Verhältniſſe zur großen Axe deutlicher hervortritt. Aus derſelben ſieht man, daß bei den beiden erſten Jupiterstrabanten gar keine Excentricität gefunden iſt, bei dem dritten nur eine äußerſt geringe und ſelbſt beim vierten nur eine von nahe $1/_{133}$. Beim Saturnsringe hat man $1/_{100}$ gefunden. Bei unſerm Monde dagegen beträgt ſie über $1/_{20}$, und ſteht zwiſchen dem erſten und dritten Saturnsmonde, doch iſt die Beobachtung der letztern ſo ſchwierig, daß ſie wenig Sicherheit gewährt.

3. Umlaufs= und Rotationszeit.

Schon im Anfange dieſes Kapitels iſt der Grund erwähnt, weßwegen bei allen Trabanten die Umlaufs= und Rotationszeit als völlig identiſch

zu betrachten iſt. Doch gilt dieſes eigentlich nur von der ſynodiſchen Umlaufszeit (zwiſchen 2 Vollmonden oder Neumonden, Vgl. S. 140 ff.), welche in **Columne b** dargeſtellt iſt. Dieſe weicht aber, wie die **Columne a** zeigt, nur bei unſerm Monde wegen der beträchtlichen Winkelbewegung der Erde während ſeines langſamen Umlaufs bedeutend von der ſideriſchen Umlaufszeit ab, und beträgt ſogar beim ſiebenten Saturnsmonde, ungeachtet deſſen Umlauf nahe 2¾ Mal ſo lange dauert, nur etwa 14 Stunden, weil die Saturnswinkelbewegung während dieſer längeren Zeit weit geringer iſt. Bei den 3 erſten Jupiterstrabanten, ſo wie bei den ſechs erſten Saturnstrabanten beträgt er nur Minuten und erſt bei dem vierten Jupitersmonde etwa 1½ und beim ſiebenten Saturnsmonde 14 Stunden. Bei den Uranusmonden ſind die Unterſchiede kaum merklich.

4. Geſchwindigkeiten auf der Bahn.

Aus dem Abſtande der Trabanten iſt leicht ihre große Axe und aus dieſer durch das Verhältniß 100 : 314 (da ſie nur wenig vom Kreiſe abweichen) der Umfang ihrer Bahn in Meilen gefunden. Dividirt man dieſe alsdann durch die Secundenzahl des Umlaufs, ſo erhält man in Meilen oder deren Bruchtheilen den Weg, den jeder durchſchnittlich in einer Zeitſecunde zurücklegt; und dieſes ſind die Zahlen, welche für die Abtheilung 4 berechnet ſind. Vergleicht man nun dieſe mit einander, ſo wird man leicht bemerken, daß keiner der Trabanten ſo langſam geht, als unſer Mond, und keiner ſo ſchnell als der erſte Jupitersmond, der 18 Mal ſo ſchnell forteilt als jener, und ſogar die Geſchwindigkeit ſeines Planeten, der in der nämlichen Zeit nur $1{,}_{8}$ Meilen auf ſeiner Bahn fortrückt, um $0{,}_{59}$ Meilen, alſo um reichlich ⅓ an Schnelligkeit übertrifft. Ihm zunächſt kommt der Ring des Saturns, auf deſſen innerm Rande jeder Punkt, wenn die Annahme richtig iſt, daß er der Rotation des Planeten folge, ſich noch um ¼ ſchneller bewegt, als der Planet auf ſeiner Bahn. Bei dem erſten und zweiten Monde Saturn's ſcheint aber das Reſultat der Berechnung zu beweiſen, daß, wenn die Umlaufszeit richtig iſt, die Abſtände noch einer Berichtigung bedürfen. Denn nach der Berechnung würden dieſe beiden Monde nicht nur langſamer als der dritte, ſondern ſogar noch der zweite langſamer als der vierte gehen, welches mit den allgemeinen Bewegungsgeſetzen der Himmelskörper ſchwerlich zu vereinigen ſein dürfte, und durch das vorgeſetzte Zeichen (?) angedeutet werden ſoll. Bei allen übrigen iſt es deutlich zu bemerken, wie mit der Entfernung die Geſchwindigkeit auf der Bahn abnimmt. Hr. Direct. Hanſen auf dem Seeberge bei Gotha giebt in ſeiner „Allgem. Ueberſ. des Planetenſyſtems“ in Schumacher's Jahrbuch 1837 dem Durchmeſſer Saturn's 15507 g. Meilen, und bei gleichen Umlaufszeiten, wie die von Mädler angegebenen, dem erſten Monde $2{,}_{4682}$, dem dritten $5{,}_{2840}$ Saturnshalb-

meſſer Entfernung, aber die Schwierigkeit wird dadurch nicht vermindert, indem dann die Geſchwindigkeit von I = 1,46 und von III = 1,57 g. Meilen in der Zeitſecunde beträgt.

5. Mittlere Neigung der Bahnebene.

Da, wie aus Kap. V. bekannt iſt, alle Trabantenbahnen innerhalb gewiſſer meiſtens enger Schranken ſich in einem periodiſchen Schwanken befinden, ſo muß die tabellariſche Ueberſicht ſich auf die mittlere Neigung der Bahnebene beſchränken. Dieſe kann aber in einer doppelten Beziehung betrachtet werden, nämlich entweder mit Rückſicht auf die Bahn des Planeten oder der Ebene ſeines Aequators. Nur beim Jupiter weichen dieſe beiden Ebenen wenig von einander ab, deſto mehr bei der Erde und dem Saturn, vor allen aber beim Uranus. Ferner liegen die Bahnebenen der meiſten Trabanten nahe in der Ebene des Aequators ihres Planeten, aber zwei derſelben machen davon eine merkwürdige Ausnahme, nämlich unſer Mond und der ſiebente Saturnsmond. Alles dieſes hat beſonders auf die Finſterniſſe, welche ſie verurſachen und erleiden, einen wichtigen Einfluß, und deswegen ſchien es um ſo nöthiger, beide Beziehungen in beſondern Columnen neben einander zu ſtellen, weil ſonſt erſt die Angabe der Neigung der Planetenbahnen und ihres Aequators auf der fünften Tafel zu Hülfe genommen werden müßte.

Die **Columne a** zeigt alſo, daß die Bahnebene unſers Mondes nur 5¹/₇ Grad von der Erdbahn abweicht, ungeachtet die Neigung des Erdäquators gegen dieſelbe 23¹/₂ Grad beträgt. Es bleiben alſo für jene, wie aus **Columne b** zu erſehen iſt, nahe 18¹/₃ Grad Abweichung von der Ebene des Erdäquators. Dieſes iſt demnach die größeſte Declination, welche der Mond zwar bei jedem Umlaufe, aber je nach der Jahreszeit in ſehr verſchiedenen Phaſen erlangt. Da der Neumond immer in der Nähe der Sonne, der Vollmond aber im entgegengeſetzten Theile des Himmels ſich befindet, ſo ſteht in unſerm Sommer=Solſtitium der Neumond ſenkrecht über dem nördlichen, der Vollmond über dem ſüdlichen Erd=Parallelkreiſe von 18¹/₃ Grad; im Winterſolſtitium findet das Gegentheil ſtatt; in andern Jahreszeiten in den dazwiſchen liegenden Phaſen. Da aber die Mondsattraction unter dem Zenith und Nadir die gleichen Wirkungen auf die Gewäſſer der Oceane hervorbringt, ſo liegen bei jeder größeſten Mondsdeclination die Parallelkreiſe dieſer Wirkungen faſt 37 Grade aus einander, daher die Morgenfluth mit dem einen, die Abendfluth mit dem andern in nächſter aſtronomiſcher Beziehung ſteht. Daher ſind die täglichen Ungleichheiten der Fluth am merklichſten bei der größeſten Mondsdeclination, und verſchwinden, wenn der Mond im Aequator ſteht. Doch treten auch hier, wie bei allen Flutherſcheinungen, die wichtigen Modificationen ein, welche durch eine ganz andere Bildung der Erdober=

fläche, als ſie von der Theorie für ihren Zweck angenommen werden mußte, hervorgebracht werden, worüber das S. 149 ff. Geſagte zu vergleichen iſt.

Die Jupiterstrabanten bewegen ſich ſo nahe in der Ebene ſeines Aequators, daß die größeſte Abweichung, welche jetzt beim vierten ſtatt findet, noch nicht ½ Grad beträgt. Weil nun bei dieſem Planeten die Ebene des Aequators von der Bahnebene nur 3⅒ Gr. abweicht, ſo iſt dieſe den Bahnebenen der Trabanten ſo nahe, daß die Größe ſeines Durchmeſſers keinen Umlauf der letztern, ſelbſt in den Solſtitien, ohne Verfinſterungen bleiben läßt.

Dagegen neigt der Aequator Saturn's ſich 26⅘ Grade gegen deſſen Bahn. Ungeachtet alſo von den ſechs erſten Saturnstrabanten, ſo viel man weiß, nur der dritte ſich 1½ Grad von der Aequatorialebene entfernt, und die Größe des Hauptplaneten nicht viel geringer iſt, als beim Jupiter, ſo müſſen jene doch in den Solſtitialpunkten Saturns von Verfinſterungen frei bleiben, und die eigenthümlichen Verfinſterungsverhältniſſe eintreten, welche S. 160 ff. näher geſchildert ſind.

Ob und wie viel die Bahnebenen der Uranusmonde von der Aequatorialebene ihres Planeten abweichen, dieſes hat bisher noch durch keine Beobachtungen ausgemittelt werden können, weil wegen der großen Entfernung keine Flecken, alſo auch weder die Richtung noch die Zeit der Rotation entdeckt werden konnten. Aber alles ſpricht dafür, daß eine ſolche Abweichung, falls ſie überhaupt vorhanden iſt, äußerſt gering ſein müſſe, alſo die Neigung der Trabantenbahnen auch für die Neigung der Aequatorialebene gehalten werden dürfe. Jene beträgt aber nahe 80¼ Grad, oder, weil die Monde rückläufig ſind, und daher die Neigung größer als ein rechter Winkel angenommen werden muß, 99 Grad 43 Minuten.

6. Säcular-Aenderungen.

Wie bei den Planeten gehen auch bei den Trabanten die Knotenpunkte allmählig rückwärts (gegen die Richtung ihres Umlaufs), die Apſidenpunkte dagegen (die Punkte der Planeten-Nähe und Ferne) vorwärts, d. h. in der nämlichen Richtung wie der Umlauf. Von beſtimmten Oertern am Himmel, wo ſie erfolgen, kann aber bei den Trabanten nicht die Rede ſein, weil jene durch das Fortrücken der Planeten bei jedem Umlaufe verändert werden. Dadurch fällt aber das weg, was ſie bei der Ueberſicht des Planetenſyſtems ziemlich weit von einander trennen mußte, und ſo ſchien es vortheilhafter, jene Säcular-Aenderungen hier in den beiden Columnen a und b unmittelbar neben einander zu ſtellen. Doch paßt der Ausdruck Säcular-Aenderungen eigentlich nur für einige derſelben, weil ſie bei mehreren ſo ſchnell vor ſich gehen, daß ſie in einem Jahrhunderte mehrmals den ganzen Kreis durchlaufen, wie dieſes namentlich bei unſerm und dem erſten Jupitersmonde der Fall iſt. Daher ſchien es am beſten, nicht die Veränderungen in jedem Jahre,

ſondern die Periode, in welcher ſie den ganzen Kreislauf vollenden, nach Jahren und deren Bruchtheilen anzugeben.

Vergleicht man nun beide Columnen mit einander, ſo zeigt der erſte Blick, daß bei den Trabanten die Apſiden weit ſchneller vorrücken, als die Knoten, und zwar bei unſerm Monde doppelt, bei den Jupitersmonden 10 Mal, bei dem ſechſten Saturnsmonde, der allein in dieſer Hinſicht bekannt iſt, faſt 70 Mal ſo ſchnell als die Knoten. Hier iſt alſo durchgängig das umgekehrte Verhältniß wie bei den Planeten, wo alle Perihele (folglich beide Apſiden) langſamer gehen, als ihre Knoten; aber alle Aenderungen geſchehen ohne Vergleich ſchneller, ſo daß in wenigen Jahren geſchieht, wozu bei den Planeten Jahrtauſende erforderlich ſind. Die Periode der zurückweichenden Mondsknoten iſt der S. 141 erwähnte Meton'ſche Mondscyklus von nahe 19 Jahren, und die kürzeſte von allen hier angegebenen.

Dritte Hauptabtheilung. C.

Größenverhältniſſe.

Die dritte Hauptabtheilung der tabellariſchen Ueberſicht, welche ſich mit den Größenverhältniſſen beſchäftigt, zerfällt auch hier, wie bei den Planeten, in zwei Unterabtheilungen, von denen die erſte den größeſten ſcheinbaren Durchmeſſer enthält, d. h. denjenigen Sehwinkel, unter welchem ſich der Durchmeſſer dem Standpunkte des Beobachters darſtellt, wenn er in der größeſten Nähe des betrachteten Gegenſtandes ſich befindet. Die zweite dagegen enthält die wirkliche Länge dieſes Durchmeſſers in geographiſchen Meilen.

1. Größeſter ſcheinbarer Durchmeſſer.

Auf dem Sehwinkel, unter welchem die Himmelskörper von der Erde aus geſehen werden, beruht, ſobald die Entfernung bekannt iſt, die ganze Berechnung ihrer wirklichen Größe (vergl. S. 181), daher der Größe dieſes Sehwinkels die erſte **Columne** aa gewidmet werden mußte. Sie geht aber nur allein bei unſerm Monde auf 31 Min., alſo etwas über ½ Grad hinaus, bei keinem der Jupiterstrabanten beträgt ſie über 1½ Secunden und bei den Saturnsmonden ließ ſie ſich bisher gar nicht meſſen, daher wir von ihrer Größe und von Allem, was davon abhängt, noch gar nichts wiſſen, folglich für dieſe und noch mehr für die Uranusmonde alle dahin gehörige Spalten leer bleiben mußten.

Da man ſich jedoch auch gern mit ſeinen Gedanken auf den Planeten verſetzt, und wiſſen möchte, wie demſelben ſeine Monde erſcheinen, ob er ſie größer oder kleiner ſieht, wie wir unſern Mond, und wie ſtark auf ihm das Licht iſt, welches ſie ihm mittheilen, ſo wurde die **Columne bb** hinzugefügt, aus welcher erhellet, daß unter dem Jupitersäquator der Durchmeſſer ſeines erſten Mondes um $\frac{1}{5}$ größer erſcheint, als des unſrigen, der des zweiten und dritten jeder nahe $\frac{2}{3}$ des unſrigen, der des vierten aber kaum $\frac{2}{7}$ unſers ſcheinbaren Mondsdurchmeſſers enthält.

Dieſe beiden Columnen beziehen ſich auf die ſcheinbaren Durchmeſſer der Trabanten ſelbſt aus verſchiedenen Standpunkten, und ſind daher unter die gemeinſchaftliche Ueberſchrift „a. Der Trabanten" zuſammengefaßt. Es iſt aber eben ſo wünſchenswerth, zu wiſſen, wie groß der Durchmeſſer des Planeten auf den verſchiedenen Trabanten geſehen wird, zumal da nur daraus ſich der Planetenſchein, d. h. die Stärke des reflectirten Sonnenlichts, berechnen läßt, welche die Nachtſeite der Trabanten vom Planeten erhält, und dieſe läßt ſich überall angeben, weil die Größe aller Planeten und ihre Entfernung von den Trabanten bekannt iſt. Dieſe Beſtimmungen liefert die **Unterabtheilung b.**

Aus derſelben erſieht man, daß der Durchmeſſer der Erde $3\frac{2}{3}$ Mal ſo groß auf dem Monde erſcheint, als wir deſſen Durchmeſſer ſehen. Der ungeheure Jupiter aber erſcheint im Durchmeſſer ſeinem erſten Monde ſo groß als der Abſtand zwiſchen Beteigeuze und Rigel im Orion, dem zweiten als der Abſtand von Scheat und Marcab im Pegaſus, dem dritten wie Beteigeuze von Bellatrix, dem vierten länger als der Gürtel des Orion. Saturn aber nimmt auf der innern Kante ſeines Ringes faſt den vierten Theil des Horizonts ein, auf dem erſten Monde die doppelte Länge zwiſchen Beteigeuze und Rigel und noch auf dem zweiten den Raum zwiſchen Rigel und Aldebaran. Ja ſogar auf dem ſiebenten Monde hat er noch beinahe den dreifachen Durchmeſſer unſers Mondes, iſt alſo nur etwa um $\frac{1}{3}$ kleiner als der Durchmeſſer unſerer Erde auf ihrem Monde. Selbſt Uranus erſcheint ſeinem erſten Monde reichlich $4\frac{1}{2}$ und dem letzten nahe $\frac{3}{4}$ Mal ſo groß als die Erde auf unſerm Monde.

2. Wirkliche Größe.

Wo die ſcheinbare Größe ſich nicht beſtimmen läßt, findet auch keine Berechnung der wirklichen ſtatt, weshalb die Räume für die Monde des Saturn und Uranus leer bleiben mußten, denn die Schätzungen, welche von Einigen verſucht wurden, ſind ohne alle Zuverläſſigkeit; bloß von der Breite der Ringe des Saturn's hat Hr. Prof. Beſſel ſehr ſorgfältige Meſſungen geliefert, welche hier wie oben S. 157 zum Grunde gelegt ſind. Die Columne der wirklichen Durchmeſſer zeigt, daß unſer Mond von den beiden erſten Jupitersmonden nicht ſehr übertroffen wird, ja dem zweiten

faſt gleich iſt. Der vierte übertrifft jenen bedeutend, der dritte am meiſten, nämlich reichlich um ¹/₇. Beim Ringe des Saturns bezieht ſich die obere Zeile auf den Durchmeſſer des ganzen Ringſyſtems, die untere auf die Breite deſſelben mit Einſchluß aller Zwiſchenräume.

Vierte Hauptabtheilung. D.

Maſſenverhältniſſe.

Auch die Maſſenverhältniſſe, nämlich die Dichtigkeit, ſowohl im Verhältniſſe zur mittlern Dichtigkeit der Erde, als zum reinen Waſſer, desgleichen die Schwere und Fallhöhe, laſſen ſich nur von unſerm Monde und den Jupiterstrabanten angeben.

1. Dichtigkeit.

Wenn erſt auf die S. 183 ff. erläuterte Weiſe die Maſſe der Trabanten gefunden iſt, ſo läßt ſich aus dem Verhältniſſe derſelben zur Größe, wo dieſe bekannt iſt, die Dichtigkeit im Verhältniſſe zur Erde, und aus dieſer wieder unmittelbar (nach Baily's Verhältniß 1 : 5,₆₆) das Verhältniß zum reinen Waſſer oder das ſpecifiſche Gewicht der Trabanten finden. Beides iſt daher in den **Columnen a und b** neben einander geſtellt. Man ſieht daraus, daß unſer Mond nicht viel über die halbe Dichtigkeit der Erde und die dreifache des Waſſers, der erſte Jupitersmond aber nur ¹/₅ der Erde und wenig über die Dichtigkeit des Waſſers hat. Dieſer kommt ſeinem Planeten beinahe gleich, die drei übrigen übertreffen ihn ſämmtlich, der vierte nur wenig, aber der dritte um mehr als die Hälfte, und der zweite ſogar um ⁴/₅, ſo daß dieſer reichlich das doppelte ſpecifiſche Gewicht des Waſſers und faſt ²/₃ des ſpecifiſchen Gewichts unſers Mondes hat.

2. Schwere auf der Oberfläche.

Erinnert man ſich ferner an das S. 190 ff. Vorgetragene, ſo wird man leicht einſehen, warum der Druck, den ein irdiſches Gewicht auf die Oberfläche unſers Weltkörpers ausübt, oder die Anſtrengung, welche deſſen Erhebung erfordert, auf unſerem Monde bis ²/₁₃, beim dritten Jupitersmonde auf ¹/₈, und beim erſten ſogar auf ¹/₂₀ vermindert wird. Könnten alſo auf dem letztern Menſchen mit der Kraft, welche ſie bei uns haben, leben, ſo würden ſie mit eben der Leichtigkeit 60 Fuß hoch aufſpringen mit der ſie ſich bei uns 3 Fuß vom Boden erheben.

3. Fallhöhe der erſten Secunde.

Endlich braucht man erforderlichen Falls nur das S. 191 ff. Geſagte wieder zum Bewußtſein zu bringen, um einzuſehen, wie aus der Schwere die Fallhöhe der erſten Secunde und dann der folgenden auch für die Trabanten berechnet werden kann. Auf der Erde iſt ſie durchſchnittlich in der erſten Secunde 15 Par. Fuß, auf unſerm Monde beträgt ſie nur zwiſchen $1/6$ und $1/7$, auf dem erſten Jupitersmonde hingegen wenig mehr als $1/20$ dieſer Höhe oder 9 Zoll.

Fünfte Hauptabtheilung. E.

Lichtverhältniſſe.

Bei den Lichtverhältniſſen der Trabanten kommt nicht bloß die Stärke des Lichts in Betracht, welches ſie von der Sonne und von ihren Planeten erhalten, und welches ſie den letztern mittheilen; ſondern auch die Beraubung des Lichts, welche ſie durch ihre Planeten vorübergehend erleiden. Daher die beiden Unterabtheilungen, von denen die erſte in 3 Columnen zerfällt.

1. Lichtſtärke.

In der **Columne a** wird die mittlere Stärke des Sonnenlichts auf unſerer Erde als der Maßſtab angenommen, nach welchem die Stärke deſſelben für den mittlern Abſtand der Trabanten von der Sonne beſtimmt wird. Dieſer mittlere Abſtand iſt aber dem mittlern Abſtande ihrer Planeten gleich, folglich auch die Stärke des Sonnenlichts auf den Trabanten. Dieſe Columne iſt daher ganz aus der Ueberſicht des Planetenſyſtems entlehnt, und hätte entbehrt werden können, wenn es nicht nöthig geſchienen hätte, ſie hier zu wiederholen, weil nur aus ihr die Reſultate der beiden folgenden Columnen hervorgehen, und daher dieſe nicht ohne jene deutlich werden können, es aber unbequem wäre, dazu erſt eine andere Tabelle zu Hülfe zu nehmen. Die Art der Berechnung iſt S. 193 angegeben.

Da aber in den beiden folgenden Columnen nicht von dem unmittelbaren, ſondern von dem reflectirten Sonnenlichte die Rede iſt, wie es von den Planeten auf die Trabanten und von dieſen auf die Planeten geworfen wird, ſo ſchien das Licht unſers Vollmondes als ein ähnliches die paſſendſte Grundeinheit darzubieten. Für die **Columne b** wurde alſo

zuerſt nach III, 1, b, berechnet, wie ſtark der Planetenſchein nach ſeinem ſcheinbaren Durchmeſſer auf jedem Trabanten ſein würde, wenn alle Planeten nicht weiter als unſere Erde von der Sonne entfernt wären. Davon konnte jeder aber nur den Theil behalten, den ſeine größere Entfernung ihm übrig ließ. Ungeachtet daher Jupiter von ſeinem vierten Monde 2⅓ Mal ſo groß geſehen wird, als die Erde von ihrem Monde, ſo hat ſein Schein doch nur 2/9 der Stärke, welche der Erdſchein, der faſt 13½ Mal ſo hell iſt, wie unſer Mondſchein, auf unſerm Monde hat. Noch auffallender iſt dieſes auf den entfernteren Planeten. Saturn's Durchmeſſer iſt auf ſeinem dritten Monde reichlich 9⅓ Mal, alſo ſeine Scheibenfläche 86½ Mal ſo groß, wie in beiden Hinſichten die Erde auf unſerm Monde; dennoch iſt der Saturnsſchein auf jenem Monde um ⅛ ſchwächer als unſer Erdſchein. Der erſte Jupitersmond aber hat 4 und der zweite 2 Mal, der Ring des Saturn's aber 27 Mal ſo viel Licht von ſeinem Planeten, als unſer Mond von dem ſeinigen.

Dagegen iſt nach **Columne c** die Stärke unſers Mondlichts allen übrigen weit überlegen. Jupiter hat von allen ſeinen 4 Monden, wenn ſie auch ſämmtlich zugleich über dem Horizonte wären, kaum 1/16 des Lichts, welches uns unſer einziger Mond gewährt. Die Lichtſtärke der Saturns- und Uranusmonde kann nicht berechnet werden, weil ihre Größe unbekannt iſt; ſie kann aber nur höchſt unbedeutend ſein. Das Licht des Saturnsringes läßt ſich ſchwer berechnen, theils weil er unter jedem Grade der Saturnsbreite in einer verſchiedenen Breite geſehen wird, theils weil die Sonnenſtrahlen ſehr ſchief auf ſeine ſehr unebene Oberfläche fallen.

2. Finſterniſſe.

Die letzte Columne beſchäftigt ſich mit den Verfinſterungen, welche die Trabanten von ihren Planeten erleiden, doch hat ſie es nur mit der Dauer derſelben und zwar den totalen zu thun, denn die partialen ſind von ſehr verſchiedener Länge. Auch bezieht die Zeit ſich nicht auf den geſammten Trabanten; denn während ſie auf einem Punkte total iſt, iſt ſie auf dem andern noch oder bereits partial. Alſo konnte nur die Zeit angegeben werden, in welcher ſie für jeden einzelnen Punkt des Trabanten als eine totale Finſterniß verharrt, die ihm als eine Sonnen=, dem Planeten aber als eine Mondfinſterniß erſcheint. Endlich muß auch die Finſterniß nicht bloß total, ſondern zugleich central ſein, wenn die Zeit genau zutreffen ſoll; denn, wird ſie nur durch ein Segment des Planeten bewirkt, ſo iſt die Zeit natürlich kürzer. Dieſe Zeit aber hängt theils von der Geſchwindigkeit des Umlaufs der Trabanten, theils von der Größe des Planeten und ſeines Schattenkegels, den ſie paſſiren müſſen, ab; und da dieſes bekannte Gegenſtände ſind, ſo konnte die Columne bis auf 4 noch ſehr ungewiſſe Monde des Uranus vollſtändig aus=

geführt werden. Die außerordentliche Größe von Jupiter's Schattenkegel macht, daß ſeine beiden erſten Monde noch etwas mehr Zeit gebrauchen, denſelben zu paſſiren, als unſer langſamer Mond nöthig hat, um durch den kleinen Schattenkegel unſerer Erde hindurch zu kommen. Dagegen iſt die allmählige Zu- und Abnahme der Finſterniß vor und nach der totalen, die bei unſerm Monde gleichfalls etwa 2 Stunden dauert, bei den Jupiterstrabanten ſehr kurz. Nur eine kurze Zeit hindurch nimmt ihr Glanz ab, dann verſchwinden ſie plötzlich, wie ein ausgelöſchtes Licht; und da alsdann keine Spur von ihnen zurückbleibt, ſo müſſen ſie kein eigenes Licht haben, auch die Strahlenbrechung in der Jupiters-Atmoſphäre nicht ſtark genug ſein, ſie bemerklich zu machen. Aehnliches bewirkt auch der große Schattenkegel des Saturn, ungeachtet des gleichfalls ſchnellen Umlaufs ſeiner Trabanten, bei denen, wie bei den Jupiterstrabanten, die entfernteren wegen der verminderten Geſchwindigkeit ihrer Bewegung eine immer längere Zeit zum Durchgange durch den Schattenkegel gebrauchen. Was ſonſt noch in Anſehung dieſer Finſterniſſe merkwürdig iſt, findet ſich ſchon oben S. 144 bis 148, 153 bis 155 und 160 angegeben.

Inhalts-Verzeichniß.

Seite

Kap. I. Allgemeine Erläuterung der Conſtruction, nach welcher auf Tafel I. und II. die Abendanſichten des Sternhimmels unter 50° N. Br. entworfen ſind 1

Kap. II. **Aſtrographie,** oder Beſchreibung der Sternbilder, welche auf Tafel I. und II. dargeſtellt ſind 21

Doppelſterne, Sternhaufen, Nebelflecke, Nebellager, veränderliche Sterne.

Abth. A. Sternbilder des Herbſt-Aequinoctiums **über** dem Horizonte und zwar auf der Untergangsſeite Fig. B. 26

Abth. B. Sternbilder des Herbſt-Aequinoct. **über** dem Horizonte und zwar auf der Aufgangsſeite Fig. A. 40

Abth. C. Sternbilder des Herbſt-Aequinoct. **unter** dem Horizonte, Aufgangsſeite bis zur Sichtbarkeitsgrenze 49

Abth. D. Sternbilder des Herbſt-Aequinoct. **unter** dem Horizonte, Untergangsſeite bis zur Sichtbarkeitsgrenze 56

Abth. E. Sternbilder des Herbſt-Aequinoct. **unter** dem Horizonte, Untergangsſeite jenſeits der Sichtbarkeitsgrenze 62

Abth. F. Sternbilder des Herbſt-Aequinoct. **unter** dem Horizonte, Aufgangsſeite jenſeits der Sichtbarkeitsgrenze 66

Kap. III. **Aſtroſkopie,** oder Anleitung, die wirklichen Geſtirne am Himmel ſelbſt mit Hülfe von Tafel I. und II. aufzufinden und zu betrachten 69

Seite

Abth. A. Allgemeine Erforderniſſe zu einer zweckmäßigen Betrachtung des Sternhimmels 69

Abth. B. Anwendung von Tafel II. zur Betrachtung des Sternhimmels um die Zeit des Winter=Solſtitiums 72

Abth. C. Anwendung von Tafel I, 2. zur Betrachtung des Sternhimmels um die Zeit des Frühlings=Aequinoctiums 73

Abth. D. Anwendung von Tafel II, 2. zur Betrachtung des Sternhimmels um die Zeit des Sommer=Solſtitiums 75

Kap. IV. Erklärung der **Bahnverhältniſſe der Planeten** nach Tafel III. 80

Abth. A. Einleitung 81

Abth. B. Erläuterung der Conſtruction von Tafel III. 89

Abth. C. Specialbeſchreibung der Bahnverhältniſſe der einzelnen Planeten, und zwar der 4 innern nebſt der Sonne 98

1. Der Erde 103
2. Des Merkur 111
3. Der Venus 114
4. Des Mars 118

Der Sonne 122

Abth. D. Anſchluß der Tafel III. an die Bahnen der übrigen Planeten. 125

5—8. Die vier mittleren oder kleinen Planeten: Veſta, Juno, Ceres und Pallas 126

9. Jupiter 128
10. Saturn 129
11. Uranus 132

Abth. E. Anleitung zur Auffindung und Betrachtung der Planeten am Himmel 134

Kap. V. Erklärung der **Trabantenbahnen** in unſerm Sonnenſyſteme nach den Durchſchnittszeichnungen, Tafel IV 138

Abth. A. Erläuterung der Conſtruction von Taf. IV. überhaupt 138

Abth. B. Special=Beſchreibung der 4 Trabanten=Syſteme:

1. Erde und Mond 140
2. Jupiters=Syſtem 152
3. Saturns=Syſtem 155
4. Uranus=Syſtem 161

Abth. C. Anhang. Ueber die Kometenbahnen 162

Seite

Kap. VI. Erläuterung der **tabellariſchen Ueberſicht** der aſtronomiſchen Verhältniſſe **der Sonne und ihrer Planeten** 167

Abth. A. Bezeichnungen 169

Abth. B. Bahnverhältniſſe 170

1. Abſtand der Planeten von der Sonne 170
2. Excentricität 174
3. Umlaufszeit und Geſchwindigkeit 175
4. Neigung der Bahnen gegen die Erdbahn 176

Abth. C. Rotationsverhältniſſe 178

1. Geſchwindigkeit der Rotation in Zeit und Raum 178
2. Axenſtellung oder Neigung der Axen und des Aequators 179

Abth. D. Größenverhältniß 180

1. Scheinbare Größe 180
2. Wirkliche Größe 181

Abth. E. Maſſenverhältniſſe 183

1. Verhältniß der Maſſen der Planeten zur Erdmaſſe 187
2. Dichtigkeit oder ſpecifiſches Gewicht 187
3. Schwere auf der Oberfläche 190
4. Fallhöhe in der erſten Secunde 190

Abth. F. Lichtverhältniſſe 192

1. Stärke des Sonnenlichts 193
2. Zeit bis zur Ankunft des Sonnenlichts 193

Kap. VII. Erläuterung der *tabellariſchen Ueberſicht* der aſtronomiſchen Verhältniſſe der **Trabanten** unſers Sonnenſyſtems 196

Abth. A. Bezeichnung 197

Abth. B. Bahn- und Rotationsverhältniſſe 197

1. Abſtand oder Entfernung vom Mittelpunkte und von der Oberfläche des Planeten 198
2. Excentricität 199
3. Umlaufs- und Rotationszeit 199
4. Geſchwindigkeit auf der Bahn 200
5. Mittlere Neigung der Bahnebenen 201
6. Säcular-Aenderungen der Apſiden und Knoten 202

Abth. C. Größenverhältniſſe 203

1. Scheinbarer Durchmeſſer 203
2. Wirklicher Durchmeſſer in geogr. Meilen 204

Seite

Abth. D. Maſſenverhältniſſe ... 205

1. Dichtigkeit im Verhältniſſe zur Erde und zum Waſſer ... 205

2. Schwere auf der Oberfläche ... 205

3. Fallhöhe in der erſten Secunde ... 206

Abth. E. Lichtverhältniſſe ... 206

1. Lichtſtärke ... 206

2. Dauer der totalen und centralen Verfinſterung für jeden Punkt ... 207

Möglichſt vollſtändiges
alphabetiſches Regiſter
aller
in den Erläuterungen vorkommenden Begriffe und Namen.

(Die gewöhnlichen Zahlen beziehen ſich auf die Seiten der Erläuterungen, die römiſchen Ziffern auf das Vorwort. Von den Abkürzungen bedeutet **Stbd.** Sternbild, **St.** einzelne Sterne, **Pl.** Planet, **Aſtr.** Aſtronom.)

A.

Abbildung der Nebelflecke, 24.
Abendanſichten des Sternhimmels, 21.
Abendfluth, 201.
Abendſtern, 96.
Abendweite, nördliche und ſüdliche, 8.
Aberration oder Abirrung d. Lichts, 194.
Abplattung der Erde, 171.
—— Jupiter's, 128, 129.
—— Saturn's, 131.
Abſolutes Gewicht, 188.
Abſolute Lichtſtärke, 193.
Abweichung = Declination, 4.
Abſtand von der Sonne, 90, 103, 111, 114, 118, 126, 170 bis 174.
Achernar, St., 54.
Adler, Stbd., 40.
Aequator, Erd- und Himmels-, 2.
——, Richtung am Himmel, 38, 40, 45, 71.
——, Veränderung deſſelben durch die Präceſſion der Nachtgleichen, 109.
Aequator-Grad auf der Erde, Größe deſſelben, 101.
Aequinoctien = Nachtgleichen, 9.
Aesculap, 39.
Aether, 163.
Alamak, St., 44.
Albireo, St., 78.
Aldebaram, St., 49.
Algenib, St., 45.
Algol, St., 43.
Alignement, 19.
Alioth, St., 27.
Alphard, St., 61.
Altar, Stbd., 63.
Alumcantharat, 159.
Americanus, Stbd. 67.
Amerikaniſche Gans, Stbd., 67.
Andromeda, Stbd., 41 u. 44.
Anomaliſtiſcher Monds-Umlauf, 144.
Anser borealis, Stbd., 41.
—— australis, Stbd., 68.
Antarktiſcher Pol = Süd-Pol, 29.
Antinous, Stbd., 39.
Antlia pneumatica, Stbd., 62.
Anziehungskraft, 85; Geſetz derſelben, 184.
Aphel = Sonnenferne, 82.
Apis, Stbd., 64.
Apogäum = Erdferne, 140.
Apojovium, 198.
Apoſaturnium, 198.
Apouranium, 198.
Apparat, der chemiſche, Stbd., 56.
Apſiden, Apſidenlinie, 82; iſt unveränderlich in der Größe, 83.
——, Vorrücken derſelben, 83.

Aquarius, Stbd., 48.
Aquila, Stbd., 40.
Arago, Aſtr., 166, 191.
Argelander, Aſtr., 18, 32, 52.
Argo, das Schiff, Stbd., 64.
Aries, Stbd., 48.
Arktiſcher Pol, 29.
Arkturus, St., 29.
Asellus borealis et australis, 60.
Aſteroiden, 60.
Aſtrographie, 21 bis 69.
Aſtronomiſches Fernrohr, Stbd., 63.
Aſtronomiſche Signale, 153.
Aſtrologen, 170.
Aſtroſkopie, 69 bis 79.
Atair oder Altair, St., 40.
Atmoſphäre der Erde, 107.
—— des Mars, 120.
—— Jupiter's, 129.
Aufgangsſeite, 2, 5.
Auffindung der Planeten am Himmel, 134.
Auriga, Stbd. 43.
Auswahl der aſtronomiſchen Verhältniſſe für die tabellariſche Ueberſicht, 167.
Axe, 1.
——, große und kleine der Ellipſen, 83.
Axenſtellung der einzelnen Planeten, 94.
Azimuth, 8.

B.

Bahnverhältniſſe der Planeten, 80.
Bär, großer, Stbd., 26.
——, kleiner, Stbd., 28.
Baily, Aſtr., 189.
Bayer's, Aſtr., Sternbezeichnung durch griechiſche Buchſtaben, 19.
Becher, Stbd., 61.
Bellatrix, St., 50.
Benethnaſch, St., 27.
Beobachtungsſtunden, 10.
Berechnung des Aequatorgrades der verſchiedenen Planeten, 182.
—— der Dichtigkeit derſelben, 188.
—— der Geſchwindigkeit der Planeten auf verſchiedenen Punkten ihrer elliptiſchen Bahn, 84.
—— der Größe, der wirklichen, aus der ſcheinbaren, 181.
—— des körperlichen Inhalts, im Verhältniſſe zur Erde, 183.
—— der Maſſe der Planeten, im Verhältniſſe zur Erde, 183 bis 187.
—— der Oberfläche der Planeten, im Verhältniſſe zur Erde, 182.
—— der Rectaſcenſion aus der Sternzeit, 101.
—— der Schwere auf der Oberfläche der Planeten, 190.
Berechnung des Sonnenabſtandes nach Keppler's drittem Naturgeſetze, 84.
Berenice's Hauptha ar, Stbd., 67.
Berghöhen auf dem Monde, 151.
—— auf der Venus, 118.
Beſſel, Aſtr., 37, 52, 157, 163.
Beteigeuze, St., 50.
Betrachtung des Sternhimmels, und allgemeine Erforderniſſe deſſelben, Aſtroſkopie, 69.
—— im Herbſt-Aequinoctium, 69 ff.
—— im Winter-Solſtitium, 72.
—— im Frühlings-Aequinoctium, 73.
—— im Sommer-Solſtitium, 75.
Bewegung des Mondes im Weltraume, 142.
—— unſeres Sonnenſyſtems gegen das Sternbild des Herkules, 32.
Bianchi, Aſtr. 55.
Biene, Stbd., 64.
Biela'ſcher Komet, 162.
Bildhauer-Werkſtatt, Stbd., 56.
Bode, Aſtr., 126, 132.
Bogenmaße, 98.
Bogenminuten und Secunden, 99.
Bootes, Stbd., 29.
Borda, Aſtr., 191.
Bradley, Aſtr., 195.
Brechung der Lichtſtrahlen, 68.
Breite am Himmel, 22.
Buchdrucker-Werkſtatt, Stbd., 52.
Bürgerliches Jahr, 175.

C.

Caelum, Stbd., 66.
Camelopard oder Giraffe, Stbd., 44.
Camelopardus, Stbd., 44.
Cancer, Stbd., 29.
Canes venatici, 29.
Canis major, Stbd., 52.
—— minor, Stbd., 51.
Canopus, St., 65.
Capella, St., 43.
Capricornus, Stbd., 48.
Caput Medusae, Stbd., 43.
Cap-Wolken oder Maghellaniſche Wolken, Stbd., 66.
Caſſini, Aſtr., 154, 197.
Caſſiopea, Stbd., 41, 42, 87.
Caſtor, St., 50.
Centaur, Stbd., 63.
Centaurus, Stbd., 63.
Centimeter, 102.
Centralkörper, 52.
Cepheus, Stbd., 41.
Cerberus und Zweig, Stbd., 32.
Ceres, Pl., 127.
Cetus, Stbd., 54.
Chamäleon, Stbd., 64.

Chemiſcher Apparat, Stbd., 56.
Chiron, 39.
Chronometer, 153.
Circinus, 64.
Claſſen der Doppelſterne, 23.
—— der Planeten, 169.
Clypeus Sobieskii, Stbd., 39.
Columba, Stbd., 53.
Coma Berenices, Stbd., 30.
Compaß, Stbd., 62.
Conjunction, obere und untere, 86.
—— im Kalender zu erkennen, 135.
Conſtruction von Taf. I. u. II., 1 bis 20.
—— von Tafel III., 89 bis 98.
—— von Tafel IV., 138 bis 140.
Copernicus, Aſtr., 82.
Cor Caroli II., St., 29.
Cor Leonis, St., 59.
Corona borealis, Stbd., 31.
—— australis, Stbd., 63.
Corvus, Stbd., 61.
Conſtante Größe, 84.
Crater, Stbd., 61.
Croton, 39.
Crux australis, Stbd., 64.
Culminationszeit, 2.
Cygnus, Stbd., 36; Nr. 61. Cygni, St., 37.

D.

Dämmerung, 107.
Darſtellung der Bahnebenen der Planeten, 91.
Dauer der eigentlichen Nachtfinſterniß, 107.
Declination (+, —), 4.
Decimeter, 102.
Deichſel, Stbd., 27.
Delphin, Stbd., 47.
Delphinus, Stbd., 47.
Deneb, St., 37.
Deneb-Kaitos, St., 47, 54.
Denebola, St., 59.
Dichtigkeit der Fixſterne in der Milchſtraße 34.
—— der Maſſe der Planeten, 187, und Verhältniß derſelben, 189.
Dioskuren, St., 50.
Doppelnebel, 58.
Doppelſterne, Begriff, 21.
——, optiſche, 22; α lyrae, 32.
——, phyſiſche, 22; ζ im großen Bären, 27; in der Krone, 31; im Schützen, 39; im Caſtor, 50; in der Jungfrau, 59; im Krebſe, 61.
——, Verhältniß der phyſiſchen zu den optiſchen, 23.
Dörfel, Aſtr., 163.
Dracanitiſcher Monds-Umlauf, 143.
Drache, Stbd., 29.
Draco, Stbd., 29.
Dubhe, St., 27.
Durchgang durch die Sonne, v. Merkur, 113; v. der Venus, 117.
Durchmeſſer der Erde, wie er gefunden wird, 171.
Durchſchnitts-Zeichnung der Planetenbahnen auf Tafel III., 92; der Trabantenbahnen auf Tafel IV., 138 bis 140; auch Vorwort, XV.

E.

Ebbe und Fluth, 149.
Ebene des Horizonts, 1 u. 5; des Erd-Aequators, 5; der Ekliptik, 11; des Sonnen-Aequators, 91.
Eiche Karl's II., Stbd., 64.
Eidechſe, Stbd., 47.
Einfallswinkel, 30.
Einhorn, Stbd., 51.
Einſiedlervogel, Stbd., 61.
Ekliptik, 4; Lage derſelben am Himmel, 71 u. 72; Lage derſelben gegen den Himmels-Aequator, 11.
Electriſirmaſchine, Stbd., 56.
Elemente der Kometenbahnen, 164.
Ellipſe, Erklärung, 83; elliptiſche Planetenbahnen, 83; elliptiſche Kometenbahnen, 165.
Elongation, 96 u. 97; des Merkur's, 113; der Venus, 117.
Encke, Aſtr., 163.
Encke'ſcher Komet, 163.
Entfernung der Himmelskörper, wie ſie gefunden wird, 170 bis 173; mittlere der Sonne, 84.
Epacten, 141.
Ephemeriden, aſtronomiſche, 134.
Equulus, Stbd., 47.
Eremita, Stbd., 61.
Erd-Axe, 1; unveränderlich gegen die Bahn, 105; veränderlich gegen die Fixſterne, 89 u. 107; Folgen dieſer Veränderung, 108.
Erde, Excentricität und Sonnenabſtand; Unterſchied der Stärke des Sonnenlichts und der Wärme; Säcularänderung der Excentricität; Stellung der Erd-Axe und Folgen derſelben; mittlere Temperatur; Dauer der eigentlichen Nacht; Dämmerung; helle Nächte; veränderliche Schiefe der Ekliptik und Folgen derſelben; die 12 Monate; der julianiſche und gregorianiſche Kalender; die 12 Monatszeichen im Kalender, 103 bis 111.
Erdferne oder Apogäum, 140.
Erdnähe oder Perigäum, 140.
Erdſchein, 207.
Eridanus, Stbd., 54.
Erläuterung der Tafeln, Nothwendigkeit derſelben, XV.

Erleuchtungsgrenze und Mittelpunkt, 12.
Erntehüter, Stbd., 44.
Erſtes Viertel, 141.
Eſel, Stbd., nördlicher und ſüdlicher, 60.
Evection des Mondes, 144.
Excentricität, 85, 111.

F.

Fabricius, David, Aſtr., 55.
Fallhöhe in der erſten Secunde, 151, 206.
Felis, Stbd., 62.
Fernrohr, aſtronomiſches, Stbd., 63.
——, Inſtrument zu Beobachtungen, 71.
Figuren der Sternbilder, 18.
Fiſch, der ſüdliche, Stbd., 48.
Fiſche, öſtlicher und weſtlicher, 47.
Fixſterne, Erkl., 80; nächſter, 63.
Fliege, Stbd., 48.
Fluth und Ebbe, 149.
Fluthwellen, 150.
Folgen der Excentricität, 111; der veränderten Axenſtellung, 108.
Fomahant oder Fomalhaut, St., 48.
Formel pd, 183.
Friedrichsehre, Stbd., 47.
Frühlings-Aequinoctium oder Nachtgleiche, 9, 15.
Frühlingspunkt, 8, 45.
Fuchs, Stbd., 41.
Fuhrmann, Stbd., 43.
Füllen, Stbd., 47.
Fußmaße, 102.
Fußpunkt oder Nadir, 158.

G.

Galilei, Aſtr., 22, 32, 82, 152.
Galilei'ſche Zahl, 191.
Gans, amerikaniſche, Stbd., 67.
——, nördliche, Stbd., 41.
——, ſüdliche, Stbd., 68.
Gauß, Aſtr., 127.
Gebirge auf dem Monde, 151.
Geier, Stbd., 33.
Gemini, Stbd., 50.
Gemma coronae borealis, St., 31.
Genauigkeit der aſtronomiſchen Angaben, 173, 181.
Geocentriſch, 89; g. Bewegung, 96; Durchmeſſer, 117.
Geographiſche Meile, 101.
Geradaufſteigung od. Rectaſcenſion, 3.
Geſchwindigkeit des Lichts, 154 u. 193; mittlere der Planeten auf ihrer Bahn, 84 u. 85; Unterſchied derſelben, 92; jedes Punktes des Aequators, 179.
Gewichte, 102, 205.
Gewicht, ſpecifiſches des reinen Waſſers und des Granits, 102 u. 103.
Gewölbbogen des Orts-Meridians, 5 u. 6.
Giraffe, Stbd., 44.
Gleichheit der Rotations- und Umlaufszeiten bei den Trabanten, 199.
Gluckhenne, Stbd., 43.
Goldene Zahl, 141.
Grabſtichel, Stbd., 66.
Grad, 3, 98.
Gramme, 102.
Graphiſche Darſtellung der Bahnverhältniſſe der Planeten, XIV, 80 ff.
Gravitation oder allgemeine Schwere, 85.
Gravitationsgeſetz, 85.
Gregorianiſcher Kalender, 110.
Grenze der Erderleuchtung, 12; der Sichtbarkeit der Geſtirne 7, 14.
Größe, conſtante 84; eines Aequatorgrades in geogr. Meilen, 102; der Fixſterne, 18; ſcheinbare der Sonne und der Planeten, 98; wirkliche, wie ſie gefunden wird, 181.
Größenmaße, am Himmel, 76; irdiſche, 98.
Gutachten dreier Aſtronomen über die Abendanſichten des Sternhimmels, XI, XII.

H.

h, aſtronomiſches Zeichen bei der Angabe der Zeit, beſonders der Sternzeit, 101.
Halbmeſſer der Erde, wie er gefunden wird, 171.
Halbmonatliche Ungleichheiten der Fluth und Ebbe, 150.
Halley, Aſtr., 163.
Halley'ſcher Komet, 163.
Hanſen, Aſtr., 168, 200.
Harding, Aſtr., 116, 127.
Harfe, Stbd., 55.
Harpa, Stbd., 55.
Haſe, Stbd., 53.
Haupthaar der Berenice, Stbd., 30.
Helle Nächte, VI, 107.
Heliocentriſch, 11.
Henderſon, Aſtr., 53, 63.
Herbſt-Aequinoctium, 9.
Herkules, Stbd., 32.
Herſchel I. (der Vater), Aſtr., 22, 23, 53, 58, 81, 132, 161, 197.
Herſchel II. (der Sohn), Aſtr., 22, 27, 42, 66.
Herz Karl's II., St., 29.
Herz des Löwen, St., 59.
Himmels-Aequator, 2, 5.
——-Aether, 163.

Himmels-Axe, 1.
—— -Globen, Schwierigkeit beim Gebrauche, VIII.
—— -Meridian, 2.
—— -Pole, 1.
—— -Zeichen, 13, 14, 46, 48, 50, 58 bis 60; im Kalender 110.
Hoedi, Stbd., 43.
Höhenkreiſe, 1, 159.
Holwarda, Aſtr., 55.
Honor Friederici secundi, Stbd., 47.
Hooke, Aſtr., 195.
Horizont, 5, 158.
Horizontal-Parallaxe des Mondes, 172.
—— -Projection, ſtereographiſche und iſomeriſche 28.
Humboldt, Alexander von, Aſtr., deſſen Kosmos, XIV, 59, 64, 66, 191.
Hund, der große, Stbd., 52.
——, der kleine, Stbd., 51.
Hundsſtern, St., 52.
Huygens, Aſtr., 197.
Hyaden, Stbd., 49.
Hyades, Stbd., 49.
Hyperbel, 83. Anm.
Hyrieus, 51.

J.

Jacobsſtab, Stbd., 51.
Jacobsſtraße, Stbd., 33.
Jagdhunde, Stbd., 29.
Jahn, Aſtr., 100, Anm.; 168.
Jahr, 82; platoniſches J., 104.
Jahreszeiten von verſchiedener Länge, 103 u. 104; nicht unveränderlich, 104.
Indianer, Stbd., 67.
Inhalt, körperlicher, der Planeten, 183.
Innere Planeten, 169.
Iſomeriſche Projection, 7.
Julianiſcher Kalender, 110.
Jungfrau, Stbd., 58.
Juno, Pl., 127.
Jupiter, Pl. — Mittlerer Sonnenabſtand; Umlauf; Geſchwindigkeit auf der Bahn; Excentricität; Rotationszeit; Axenſtellung; Ort der Solſtitien und Knoten; längſter und kürzeſter Tag und Aequinoctien; Durchmeſſer, Schwungkraft; Abplattung; Schwere; Fallhöhe; Dichtigkeit; Atmoſphäre; Streifen, 128 u. 129.
Jupiters-Trabanten. — Abſtände vom Planeten und Umlaufszeiten; Durchmeſſer; Excentricität und Neigung der Bahnen; Finſterniſſe und deren Gebrauch zu Längenbeſtimmungen auf der Erde; Entdeckung der Geſchwindigkeit des Lichts; Jupitersſchein; Dichtigkeit, 152 bis 155.

K.

Karnabon, 39.
Katze, Stbd., 62.
Keppler, Aſtr., 42, 82.
Keppler's Naturgeſetze, 83.
Kilogramm, 102.
Kilometer, 102.
Knoten, Knotenlinie, Knotenpunkt, 12, 87, 91.
Kochab, St., 28.
Kohlenſäcke, 33.
Koluren, 4.
Kometen. — Geſchichte ihrer Wahrnehmung und Entdeckung; drei von bewährter Umlaufszeit; mehrere von berechneter Umlaufszeit; Störungen; Elemente der Bahnen; paraboliſche Berechnung; phyſiſche Beſchaffenheit, 162 bis 166.
Konon aus Samos, Aſtr., 30.
Kranich, Stbd., 68.
Krebs, Stbd., 60.
Kreuz, ſüdliches, Stbd., 64.
Krippe, Stbd., 60.
Krone, nördliche, Stbd., 31.
——, ſüdliche, Stbd., 63.

L.

Lacerta, Stbd., 47.
Lage der Ekliptik, 11, 72.
Laplace, Aſtr., 23, 24; deſſen Hypotheſe über die Entſtehung des Sonnenſyſtems, 58.
Längengrade, auf der Erde und in der Ekliptik, 4.
Leier, Stbd., 32.
Leitſtrahl = Radius vector, 83; Anm.
Lepus, Stbd., 53.
Leo, Stbd., 59.
Letztes Viertel, 141.
Libra, Stbd., 58.
Libration der Länge, 141; der Breite, 141; parallactiſche, 142.
Licht, directes unpolariſirtes und reflectirtes polariſirtes, 122.
Lichthülle der Sonne = Photoſphäre, 122.
Lichtſtärke, 103, 113.
Littrow, Aſtr.; deſſen Abbildung der Nebelflecke, 24; kosmolog. Betrachtungen, 51; Darſtellung der Bahnebenen, 91.
Löwe, Stbd., 59.
Logarithmen, 182.
Loglinie, Stbd., 62.
Luchs, Stbd., 44.
Luftballon, Stbd., 56.
Luftpumpe, Stbd., 62.
Lupus, Stbd., 63.
Lynx, Stbd., 44.
Lyra, Stbd., 32.

M.

Mädler, Aſtr., VII, XIII, 23, 33, 58, 63, 102 Anm., 120, 129, 152, 168.
Maclear, Aſtr., 53, 63.
Maghellaniſche Wolken, Stbd., 66.
Maitag, alter, 110.
Maler-Staffelei, Stbd., 68.
Manucodiata, Stbd., 64.
Marcab, St., 45.
Marius, Simon, Aſtr., 45.
Mars, Pl. — Sonnenabſtand und Excentricität; Umlaufszeit; Sterntag und Sonnentag; Sommer und Winter; Schneezone der beiden Pole; Säcularänderung der Excentricität; Axenſtellung und Folgen derſelben; Berge nicht wahrnehmbar, 118 bis 122.
Maſchine, die electriſche, Stbd., 56.
Maskelyne, Aſtr., 189.
Maſſe der Planeten, 183.
Mayer, Tobias, Aſtr., 22, 116, 153.
Mediceiſche Sterne, 152.
Meduſa, 41.
Meduſenhaupt, Stbd., 43.
Meere, ſogenannte, auf dem Monde, 151.
Megrez, St., 27.
Meile, geographiſche, 101.
Menkar, St., 54.
Merkur, Pl. — Sonnenabſtand, Excentricität und Umlaufszeit; Folge für die Jahreszeiten, für Licht und Wärme und für die ſcheinbare Größe der übrigen Weltkörper; Durchgang durch die Sonne; ſynodiſcher Umlauf der andern Planeten; Neigung der Bahn; Säcularänderungen; Rotationsperiode; Axenſtellung; Durchmeſſer; Schwungkraft des Aequators; Abplattung, 111 bis 114.
Merek, St., 27.
Meridian, Himmels- oder Stern-M., 2; Orts-M., 5.
Meridiangrad der Erde, Meſſung und Größe deſſelben, 101 u. 102.
Metermaß, 102.
Meton's Mondcyclus, 141.
Michaelismond, 148.
Mikrometermeſſungen, 76.
Mikroſkop, Stbd., 56.
Milchſtraße, 33 bis 36.
—— von Nebelflecken, 59.
Minute, im Bogen, 3.
——, in Zeit, 100.
Mira Ceti, St., 25, 55.
Mirach, St., 44.
Mißweiſung des Compaſſes, 8.
Mittag, Sonnen-, 100.
Mitternächtliche Culmination, 9.
Mitternachtsanſicht des Ringſyſtems vom Saturn, 158.
Mitternachtsſeite, 9.
Mittlere Geſchwindigkeit der Planeten, 85.
—— Planeten, 125 bis 128.
—— Stärke des Sonnenlichts, 193.
—— Temperatur, 106.
—— Uhr oder Zeit, 46, 99, 100.
Mizar, St., 27.
Möglichkeit der aſtronomiſchen Berechnung der Entfernung der Weltkörper, 84, 170 bis 173.
Monate, 109; Zeichen derſelben im Kalender, 110.
Mond. — Mittlere Entfernung von der Erde und Excentricität; Perigäum und Apogäum; fünf verſchiedene Arten des Umlaufs; Rotation und Phaſen; Mondscyclus und goldene Zahl; Libration; Bewegung im Weltraume; Evection; Finſterniſſe; Dauer der 4 Tageszeiten; Verſpätung der Culmination; Fluth und Ebbe; Dichtigkeit, Schwere, Fallhöhe; Oberfläche, 140 bis 152.
Monds-Alter, 141.
—— -Finſterniſſe, 144.
—— -Fluth, 150.
—— -Jahr, 141.
—— -Monat, 141.
—— -Tage, 148.
—— -Tafeln, 153.
Mondſchein, 207.
Monoceros, Stbd., 51.
Morgen-Beobachtungen, 15 bis 17.
—— -Fluth, 201.
—— -Stern, 96, 97.
—— -Weite, nördliche und ſüdliche, 8.
Musca, Stbd., 48.

N.

Nächſter Fixſtern, 63.
Nacht, Dauer derſelben, 107.
Nachtbogen, 8.
Nächte, helle, 107.
Nachtgleichen, 31.
Nachtſeite Saturn's, 158.
Nadir = Fußpunkt, 158.
Namen der Sternbilder und Sterne, nebſt mythologiſcher Bedeutung derſelben, 21.
Nativität, 170.
Navis Argo, Stbd., 64.
Nebelflecken, 23; im großen Bären, 27; in der Andromeda, 45; im Orion, 50; im Einhorn, 52; im Scorpion, 57; Hauptgruppe in der Jungfrau, 58.
Nebelſterne, 24.
Nebelwolken oder Nebellager, 24, 66.
Neigung der Ebenen der Planetenbahnen gegen die Ekliptik, 86, 114; gegen den Sonnen-Aequator, 86.
—— der Erd-Axe, 11.

Neigung der Rotations-Axe der übrigen Planeten, 88.
Netz der Parallelkreiſe und Meridiane, 7.
——, rhomboidiſches, Stbd., 66.
Neumond, 140.
Newton, Aſtr., 82, 85, 184.
——, Berg auf dem Monde, 151.
Niedergangsſeite, 2, 5.
Nippfluth, 150.
Nord-Pol der Erde u. des Himmels, 1; der Ekliptik, 29.
Nordpunkt, 5.
Nubecula Magellanica, major u. minor, 66.
Nullpunkt der Ekliptik zurückweichend, 104 u. 105.
Nürnberger, Aſtr., XIV, 141, 151, 195.
Nutation der Erd-Axe, 87, 108.

O.

Obere Conjunction, 86, 169.
Obere Planeten, 169.
Oberfläche der Erde und der Planeten, wie ſie im Verhältniſſe zur Erde gefunden wird, 182.
Octant = 1/8 Kreis, 3.
Octant, Stbd., 67.
Octans, Stbd., 67.
Oeffnung im Himmel, 57.
Officina typographica, Stbd., 52.
Olbers, Aſtr., 127, 163.
Olber'ſcher Komet, 163.
Ophiuchus, Stbd., 38.
Oppoſition, 113; Zeichen derſelben, 136.
Optiſche Doppelſterne, 22, 32.
Ordnung der Himmelszeichen, 13.
Orts-Meridian, 2.
Orion, Stbd., 50.
Oſtpunkt des Horizonts, 2, 5.

P.

Pallas, Pl., 127.
Parabel, 83 Anm., 165.
Paraboliſche Bahn, 163.
Paradiesvogel, Stbd., 64.
Parallactiſche Libration, 142.
Parallaxe, 63, 172 u. 173.
Parallelkreiſe, 2.
Partialgruppen der Fixſterne, 52.
Paſſageinſtrument, 100.
Pavo, Stbd., 67.
Pegaſus, Stbd., 41 u. 45.
Pendel-Länge, -Schwingungen, -Uhren, 191.
Perigäum oder Erdnähe, 140.
Perihel oder Sonnennähe, 82; Veränderung deſſelben, 104.
Perijovium, 198.
Periode der Rotation, 114.
Periſaturnium, 198.
Periuranium, 198.
Perſeus, Stbd., 41 u. 42.
Peterſen, Aſtr., XI.
Pfau, Stbd., 67.
Pfeil, Stbd., 40.
Pfunde, 102.
Phachel, St., 27.
Phaëton, 54.
Phaſe, 116.
Phönix, Stbd., 67.
Phorbas, 39.
Photoſphäre der Sonne, 87, 122, 188.
Phyſiſche Beſchaffenheit der Kometen, 166.
—— Doppelſterne, 22, 27, 31, 39, 50, 59, 61.
—— Verbindung einiger Sternſyſteme, 50.
Piazzi, Aſtr., 101, 126.
Pisces, Stbd., 47.
Piscis australis, Stbd., 48.
Planeten, Begriff, 80 u. 81; Namen und Zahl, 81; Claſſen, 169; aſtronomiſche Zeichen, 170.
Planetenferne, 198.
Planetennähe, 198.
Planetenſchein, 207.
Planetenſyſtem, Hauptreſultate, 82.
Platoniſches Jahr, 104.
Plejaden, Stbd., 50.
Pleïades, Stbd., 50.
Plus- und Minuszeichen, Bedeutung derſelben bei der Declination, 134, und auf Tabelle V, 175.
Pol der Welt-Axe oder des Himmels, 1.
—— der Ekliptik, 29, und Säcularänderung deſſelben, 104.
Polariſirtes Licht, 122, 166.
Polarſtern, St., 28, 70, 104.
Polaris, St., 28, 70, 104.
Polhöhe, 4.
Pollux, St., 50.
Poniatowsky'ſcher Stier, Stbd., 37.
Pons, Aſtr., 163.
Präceſſion der Nachtgleichen, 13; Urſache derſelben, 46; Veränderung, 104.
Praesepe, Stbd., 60.
Procyon, St., 51.
Progreſſion der Planetenabſtände, 126.
Projection, ſtereographiſche und iſometriſche Horizontal-Projection, 7.
Proſerpina, 58.
Ptolemäus Evergetes, 30.
Pulkowa, Sternwarte, 22.
Pyxis nautica, Stbd., 62.

Q.

Quadrant = $\frac{1}{4}$ Kreis, 3.
Quadrant, Stbd., 29.
Quadrans, Stbd., 29.
Quadratur (□), 113, 122, 137.
Quadraturfluth, 150.
Quercus Caroli secundi, Stbd., 64.

R.

Rabe, Stbd., 61.
Radius Vector, 83, Anm.
Ras Algethi, St., 32.
Ras Alhague, St., 38.
Rechter Winkel, 99.
Rechtläufige und rückläufige ſcheinbare Bewegung der Planeten, 96.
Rechtläufige u. rückläufige wirkliche Bewegung der Kometen, 164.
Rectaſcenſion, 3; Fortſchreiten der Grade der Rectaſcenſion zur Linken, 33.
Refraction der Lichtſtrahlen, 30.
Refractionswinkel, 31.
Refractoren, 22.
Regulus, St., 59.
Reihenfolge der Sternbilder, 26.
Relative Lichtſtärke, 193.
Rennthier, Stbd., 44.
Rete rhomboidale, Stbd., 66.
Rhomboidiſches Netz, Stbd., 66.
Riedig's kleiner Himmelsatlas, 19.
Rieſen-Teleſkop von Herſchel I., 23; von Lord Roß, 161.
Rigel, St., 50.
Ringebene Saturn's, 155.
Ringgebirge auf dem Monde, 151.
Ringſyſtem Saturn's, 130, 132, 155.
Römer, Aſtr., 154.
Roß, Lord, 161.
Rotations-Axen der Planeten, 88; ihre Neigung unveränderlich gegen die Bahnebenen, nicht aber gegen den Himmelsraum, 89; des Mondes, unveränderlich gegen die Erdbahn, nicht aber gegen die eigene Bahn, 141.
Rotations-Geſchwindigkeit, 89, 94.
Rotationszeit und Periode, 94.
Rückläufige Bewegung, ſcheinbare, 96; wirkliche, 161, 164.
Rümker, Aſtr., XII, 151, 163.

S.

Säcularänderungen, 14; Erklärung, 93; der Aequinoctial- und Solſtitialpunkte, 87, 93; der Apſiden, 93, 104; der Excentricität, 85, 93, 104, 114, 118; der Knoten, 87 u. 93; der Neigung der Bahnebenen, 87.
Sagitta, Stbd., 40.
Sagittarius, Stbd., 39.
Saturn, Pl. — Ringſyſtem; Größe; Sonnenabſtand; ſcheinbarer Durchmeſſer der Sonne und Lichtſtärke derſelben; Ort des Perihels und der Solſtitien; Axenſtellung; Abplattung; Schwere; Dichtigkeit; Ort des aufſteigenden Knotens; Neigung der Bahnebenen; Dicke des Ringes; Streifen, 129 bis 132.
Saturnsſchein, 207.
Saturns-Trabanten. — Siebenter Mond; Entfernung der 7 Monde und ihre Umlaufszeiten; Saturnsſchein; Ringſyſtem; Mitternachtsanſicht deſſelben; Ringſchatten; Finſterniſſe der Monde, 155 bis 161.
Schaltjahr, 110.
Schattenkegel der Erde, 145; des Mondes, 147; der Planeten, 207.
Scheat, St., 45.
Schenkel des Winkels, 98.
Scheitelkreis, 29, 158.
Schiefe der Ekliptik, 87; 99, 108.
Schiff Argo, Stbd., 64.
Schlange, die ſüdliche, Stbd., 67.
Schlangenträger, Stbd., 38.
Schneezone auf dem Mars, 120.
Schröter, Aſtr., 118, 129.
Schumacher, Aſtr., XI, XIV, 101, 103, 124, 146, 163, 189.
Schütze, Stbd., 39.
Swabe, Aſtr. (über Sonnenflecken), 123.
Schwan, Stbd., 36.
Schwankungen der Bahnebenen der Planeten, 87, 108.
Schwere auf der Oberfläche der Planeten, 190.
Schwertfiſch, Stbd., 66.
Schwierigkeiten der bisherigen Hülfsmittel zur Aſtrognoſie, VII.
Scorpion, Stbd., 57.
Scorpius, Stbd., 57.
Secunde, im Bogen, 3; in Zeit, 100.
Serpens australis, 67.
Sextant, Stbd., 61.
Sextans, Stbd., 61.
Shehallian, Berg in Schottland, 189.
Sichtbarkeitsgrenze, 7, 14.
Sideriſcher Umlauf, 84.
Siebengeſtirn, Stbd., 50.
Siebenter Saturnsmond, 155.
Signale, aſtronomiſche, 153.
Simon Marius, Aſtr., 45.
Sirius, St., 52.
Siriusweiten, 53.
Sobiesky's Schild, Stbd., 39.
Solſtitialpunkte, 12.
Sommerhalbjahr, länger als das Winterhalbjahr, 11.
Sonne. — Maſſe; Durchmeſſer und kör-

perlicher Inhalt; Photoſphäre; Sonnenflecken; Sonnenfackeln; Schwere; Rotationszeit; Neigung des Sonnen-Aequators gegen die Ekliptik und Knoten deſſelben; Zodiacallicht; Lichtring bei totaler Sonnenfinſterniß, 122 bis 125.
Sonnenfackeln, 123.
— ferne oder Aphel, 82.
— finſterniſſe, 124, 144, 146.
— flecken, 123.
— fluth, 150.
— jahr, 86, 175.
— mittag, 100.
— nähe oder Perihel, 11, 82.
— tag, 99.
— wendepunkte, 12.
— uhr oder Zeit, 46, 99.
Specifiſches Gewicht, Erklärung, 188; der Erde, wie es gefunden iſt, 189.
Sphäroid, 101.
Spica, St., 58.
Springfluth, 150.
Stabilität des Sonnenſyſtems, 164.
Staffelei, Stbd., 68.
Standpunkt des Beobachters, 5; paſſender zur Aſtroſkopie, 69.
Stärke der Erleuchtung, 12.
Steinbock, Stbd., 48.
Stereographiſche Horizontal-Projection, 7.
Stern, neuer v. 1572, 42.
—, Nr. 61. im Schwan, 20 u. 37.
— -Bedeckung durch den Mond, 142, 153.
— -Bezeichnung, 18, 19.
— -Catalog, 101.
— -Dichtigkeit, 34.
— -Haufen, 23, 30, 43, 50, 60.
— -Jahr, 85, 175.
— -Karten, IX, 19.
— -Materie, 35, und 36 Anm.
— -Meridian, 20.
— -Schnuppen, 59.
— -Tag, 99.
— -Verzeichniß oder Catalog, 101.
— -Wüſte des Fomahant, 56.
— - — der Waſſerſchlange, 61.
— -Uhr oder -Zeit, 99, 100.
Sterne, ſcheinbare Größe, 18.
—, veränderliche, 25; Ras Algethi, 32; Atair, 40; Algol, 43; im großen Hunde, 53; Mira, 55; in d. Waſſerſchl., 61.
Sternleere Region, 57.
Stier, Stbd., 49.
Stierauge, St., 49.
Störungen, 108.
Stundenwinkel, 8.
Strahlenbrechung, Erkl. u. Urſache, 30.
Streifen Jupiter's, 129; Saturn's, 157.
Strom des heil. Laurentius, 60.
Struve, Aſtr., 22, 27, 32, 55, 59, 61.
Styl, alter und neuer, 110.
Süd-Pol der Erde, oder antarctiſcher Pol, 29.
— der Ekliptik, 66.
Südpunkt, 5.
Synodiſcher Umlauf, 86; der Venus, 95; des Mars, 97; Merkur's, 113; des Mondes, 144.
Syzygien, 150.

T.

Tabellariſche Ueberſicht der aſtronomiſchen Verhältniſſe der Planeten u. ihrer Trabanten, XV, 167 bis 208.
Tabelle der Himmelszeichen, 14.
— der griechiſchen Buchſtaben, 79.
Tafel I. und II., 1 bis 79.
— III., 80 bis 137.
— IV., 138 bis 166.
— V., 167 bis 195.
— VI., 196 bis 208.
Tafelberg, Stbd., 67.
Tagbogen, 8.
Tageslängen auf der Erde, 105 u. 106.
— auf dem Mars, 121.
— auf dem Monde, 148.
Tägliche Ungleichheiten der Fluth, 201.
Tagſeite Saturn's, 159.
Taube, Stbd., 53.
Taurus, Stbd., 49.
Taurus Poniatowskii, Stbd., 37.
Teleſkop, Stbd., 44.
Teleſkopiſche Sterne, 34.
Temperatur, Unterſchiede derſelben, u. mittlere T., 106 u. 112.
Thierkreis oder Zodiacus, 13.
Triangel, Stbd., 64.
Triangulus, Stbd., 64.
Tropiſcher Umlauf der Planeten, 86; des Mondes, 143.
Tycho de Brahe, Aſtr., 42.
Tycho, Berg auf dem Monde, 151.

U.

Umdrehung der Himmels-Hohlkugel, 6.
Ungleichheiten der Fluth; tägliche, 201; halbmonatliche, 150.
Umlauf, oder Jahr, 82.
Umlaufszeiten der Planeten: ſideriſche, tropiſche, ſynodiſche, 85 u. 86, 95; außerdem noch beim Monde: dracanitiſche und anomaliſtiſche, 143 u. 144.
Untere Conjunction, 86.
Untere Planeten, 169.
Untergangsſeite, 2, 5.
Unterſchied des Stern- und Sonnenjahres, 175.

Uranus, Pl. — Entdeckung; Sonnenabſtand; Umlaufszeit; rückläufige Rotation; Folgen der Axenſtellung; Durchmeſſer; Excentricität; Geſchwindigkeit auf der Bahn; Schwierigkeit der Beobachtung, 132 bis 137.
Uranus-Trabanten. — Entdeckung; Umlaufszeiten; Lage der Bahnebenen; Phaſen der Monde; Finſterniſſe, 161 bis 162.
Ursa major, Stbd., 26.
—— minor, Stbd., 28.

V.

Venus, Pl. — Sonnenabſtand und Excentricität; Anblick der Erde von der Venus; Mangel eines Mondes; Venuslicht für die Erde; Durchgang durch die Sonne; Elongation; Anſicht der übrigen Planeten von der Venus aus; Rotationszeit; Axenſtellung, Neigung der Bahnebene; Berge, 114 bis 118.
Venusmond, 116.
Veranlaſſung dieſer Schrift, V.
Veränderliche Sterne, 25; Ras Algethi, 32; Atair, 40; in d. Caſſiopea 1572, 42; Algol, 43; im gr. Hunde, 53; Mira, 55; Alphard, 61; im Schiff Argo, 65.
Veränderung in der Stellung der Geſtirne gegen den Beobachter, 72.
Vergiliae, 50.
Vergrößerung, ſcheinbare, der Geſtirne am Horizonte, und Urſache derſelben, 75.
Verhältniß des körperlichen Inhalts verſchiedener Kugeln, 183; und ihrer Oberflächen, 182.
Verhältnißzahlen der optiſchen und phyſiſchen Doppelſterne, 23.
Verſpätung der Culmination und Aufgangszeit des Mondes, 148.
Verticalkreis, 158.
Veſta, Pl., 127.
Via lactea, Milchſtraße, 33 bis 36.
Vindemiatrix, St., 59.
Virgo, Stbd., 58.
Vollmond, 141.
Vulpecula, Stbd., 41.
Vultur, 33.

W.

Waage, Stbd., 58.
Wagen, Stbd., 62.
Wahl der Sternbilder für die Abend-Anſichten des Sternhimmels, 18.
Walfiſch, Stbd., 54.
Wallebenen auf dem Monde, 151.
Wärme, verſchiedene Urſachen, 103.
Waſſermann, Stbd., 48.
Waſſerſchlange, Stbd., 61.
Wega, oder α lyrae, St., 32.
Weiland's Planetenſyſtem, 81, 85.
Welt-Axe, 1, 5, 8 u. 9; und Säcularänderung derſelben, 104.
Weltgegenden, zur Orientirung, 70.
Weltſyſteme, werdende, 35.
Wendekreiſe der Planeten, 180.
Weſtpunkt des Horizonts, 2.
Whewell, Aſtr., 150.
Widder, Stbd., 48.
Widerſtand des Aethers, 163.
Wiederkehr der Kometen, 163.
Winkel, 3.
Winkelbewegung, 11.
Winterhemiſphäre Saturn's, 160.
Wolf, Stbd., 63.
Wunderbarer Stern, Mira, 25, 55.

X.

Xiphias, Stbd., 66.

Z.

Zahl der Sterne, 36.
Zeichen der Planeten und Metalle, 170.
—— der Fixſterne, 19.
——, andere aſtronomiſche:
Æ Rectaſcenſion, 4.
Decl. + nördliche; Decl. — ſüdliche, 4.
☌ Conjunction, 86.
☍ Oppoſition, 86.
□ Quadratur, 113.
—ʰ Stunde, —′ Minute, —″ Secunde in Zeit, 100.
—° Grad, —′ Minute, —″ Secunde im Bogen, 3, 101.
☊ aufſteigender Knoten in der Erdbahn, 87.
☋ abſteigender Knoten in der Erdbahn, 87.
☊ ⊙ aufſteigender Knoten in der Ebene des Sonnen-Aequators, 87.
☋ ⊙ abſteigender Knoten in der Ebene des Sonnen-Aequators, 87.
Zeit der Culmination, 2.
——, mittlere, 99.
—— des Sternlichts, bei α lyrae, 33; bei den entfernteſten, 35; bei Nr. 61 cygni, 37; beim Sirius, 53; bei α Centauri, 63.
—— des Sonnenlichts, 99.
Zeitlänge der Pendelſchwingungen, 191.
Zeitmaß, 99.

Zeitminuten und Secunden, 100 u. 101.
Zenith, 1.
Ziffern, römiſche, nach der Folge der Monate, 11.
Zicklein, Stbd., 43.
Zirkel, Stbd., 64.
Zodiacallicht, 124.
Zodiacus, 13.
Zubeneſchemali, St., 39.
Zubenegemubi, St., 39.
Zuverläſſigkeit der aſtronomiſchen Angaben, 168.
Zurückweichen der Knoten, 87.
Zweck dieſer Schrift, XIII.
—— der tabellariſchen Ueberſicht, 167.
Zwillinge, Stbd., 50.

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

Schul

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Germar, F. H.

Sechs Tafeln zur Erleichterung der Himmelskunde für die Liebhaber derselben Text

Lpzg 1846

Astr.u. 65 s
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10060934-9